日本水産学会誌　第二十二巻　第十二号　昭和三十二年四月二十五日発行　通巻（第二十二巻第十二号）

日本水産学会誌

第二十二巻　第十二号

Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 22, No. 12, 1957

JUL 1957
LIBRARY
BOFI
FISH & WILDLIFE
SERVICE

目　次

昭和三十二年
日本水産学会
The Japanese Society of Scientific Fisheries
TOKYO

CONTENTS

Trans. available from Seattle, BCF. Translated by George Kudo 1959

* In Japanese with synopsis in English.

All communications and publications should be addressed to :
Japanese Society of Scientific Fisheries, c/o Tokyo University of Fisheries, Shiba-kaigandori 6-chome, Tokyo, Japan.

日本水産学会投稿規定

1. 報文の投稿者は本会員個人に限る。但し会員外の共同研究者を含むことは差支えない。
2. 報文は投稿者の原著で他の刊行物に未発表のものに限る。
3. 報文は総て本会に送付し，本会に到着した日を以つて，受付月日とし，受付けた原稿は総て編集長の指定する2名の編集理事が回覧し，掲載可と認めたものはそのまゝ受理する。この場合の受理月日は受付月日とする。編集理事が其のまゝ掲載することに疑義をいだいた場合は編集長にその旨報告する。この場合編集長は編集会議を招集，審議し，受理し得ないと認めた場合はその理由を附し，原著者に返却し，訂正を求める。この場合の受理月日は，学会が訂正原稿を受理した月日とする。受理した論文は，その受理月日の順に掲載する。但し，その報文又は報文抄録が印刷費著者負担の場合は，会誌を増頁して掲載する。抄録を希望する場合は本論文をそえて提出すること。
4. 原稿1篇の長さは原則として刷上り4頁（表題，200語の英文抄録を除き，図表の占める紙面を含め約 7000 字相当）とする。原稿一篇の学会負担の基準印刷費（7,200円）を超過した場合は著者が負担する。
5. 会員が会費又は著者として負担すべき印刷費の支払いを怠るときは，支払いのあるまでその会員の報文の受理又は掲載を見合せることがある。
6. 邦文報告には原則として 200 語以内の英文抄録（題名と著者名とを附記，名前は省略せぬこと，）を添える。
7. 図表には英文の説明をつける。邦文を併用してもよい。
8. 投稿の細目については別に定める注意書きに従う。

投稿に関する注意

1. 原稿を投稿するときには，本会所定の投稿カード（請求により配付する）に必要事項を記入し，之を原稿に添え本会に提出する。
2. 初校は原則として，著者が校正する（校正は迅速に行う事)。尚文章又は図，表の変更や追加は禁ずる。再校以後は編集部で校正する。
3. 英文抄録，図及び表の表題，説明等の英訳を希望される向はその原案を添えて投稿されたい。但し実費を申し受ける。
4. 別刷りの料金（X円）は次の式によつて算出される通りとする。X=(1+P)(N−50) 円 P：頁数，N：別刷数（50 部を単位とする）従つて 50 部までは頁数に関らず無料である。特に表紙をつけることを希望される場合は，著者負担によつてこれをつける。(50 部当り 300 円)
5. 投稿後掲載までの間に著者の連絡先が変つたときには必ず通知されたい。

原稿の書き方

原稿は会誌体裁の統一，誤りの防止，編集印刷の便宜上次の諸規定を守られたい。既出報文との調和其の他のために例外を望まれる著者はその都度明記されたい。

1. **邦文原稿**は本会所定の原稿用紙にペンで横書きにし，記述は簡単明瞭にし新かなづかいを用いて難かしい漢字はさける。英文抄録は本文とは別葉にする。
2. **欧文原稿**は厚手の上質紙に2段送りのタイプで打つ。欧文本文以外の欧文個所はペン書きでもよいが必ず活字体を用いる。
3. **字体の指定**は右の如く赤で入れる。

abcd (イタリ)	abcd (g, ゴチ)	Abcd (大)	ABCD (S.C.)	OOy	B12
Italic	Gothic	CAPITAL	CAP. & SMALL CAP.	うわつき（かたつき）	したつき

4. **表題** 主題・副題は別行に書き各々ピリオド（.）をつけない。第○報の場合はローマ数字（Ⅰ，Ⅱ）にして（――）でつなぎ数字の後に（.）をつける。
英文表題では第一語の他，名詞，副詞，形容詞，〔動詞は慣用に従う〕の頭文字は大文字にする。

5. **著者名** 邦文では連名の時は（・）で連ねる。ローマ字では名の頭を Capital 後は Small，姓の頭を Capital 後は Small Capital にする。連名の時は（,）で連ね最後の名の前を（and）で連ねる。（&）は用いない。末尾に（.）はつけない。

6. **所属** 著者名の下に（ ）で囲む。本文が邦文の時は英文の所属は入れない。但し著者が希望すれば脚註で入れてもよい。本文が英文の時は字体を *Itaric* にする。

7. **図表** 表題，説明，内容とも英文で書く。必要ならば邦文併用もよい。番号は（Fig. 1. Table 1.）とする。番号，表題，説明は図ではその下に，表ではその上に入れる。表の細かい説明は下でもよい。邦文併用の時は邦文の番号（第1図，第1表）は省く。図表は必ず本文と別葉にし，本文中に挿入個所を赤で指定する。又本文中に引用する時は（Fig. 1，Table 1)を用いる。

8. **附図** 附図は1頁大の図版で（Plate）とし，なるべく篇末に入れる。原図が写真であつても本文中に組込む時は Fig. にする。附図の番号はローマ数字（Ⅰ，Ⅱ）を用いる。

9. **生物名** 邦文ではカタカナの和名の次に，学名を *Itaric*（命名者名は Roman で頭文字を Capital，後を Small Cap.）で入れ，英文では俗名の次に学名を邦文と同様に入れる。〔その間は（,）で切る〕これを原則とするが論文により必要がなければ一部又は全部の学名，俗名を略してもよい。学名は（ ）で囲まない事。

10. **化学名** 邦文中の外来語の化学名は一般的なものはカタカナを用い，英字を用いねばならない時は Small で入れる。

11. **人名** まぎれない時は姓のみを記し名と敬称とを省いてもよい。欧名でも姓のみで頭文字は後は Capital，後は Small capital で書く。

12. **単位及び記号** 単位を表わす文字は英文中では（C.，cc.，m*l*.，kg.，m.）の如く（.）をつける。但し（Ω，μ，γ，N，M，pH，及び方位の N，S，E，W）には（.）をつけない。邦文中ではこれらの（.）はすべて省く。量を代表する記号は（長さ *l*，高さ *h*）の如く *Itaric* にする。

13. **邦文本文中の外国語**（横文字の場合）は人名，地名，ドイツ語の名詞等を除き Small で入れる。同一邦文中で同一物名の和洋語の混用はさける。

14. **文献** 本文中の関連個所にうわつきで一貫番号をつけ一括して末尾に集める。番号はアラビア数字（1,2,3）を用い片カッコ（[1]，パーレン）で囲み各行の末尾にピリオド（.）をつける。著者名は姓と名とを書き著者名の後はコロン（：）で切る。雑誌名の略し方は慣用法に従う。日本水産学会誌のことは本誌とする。英文雑誌名は *Itaric* で書く。雑誌の巻番号は **Gothic** にする。西歴年号は必ず入れる。文献の見出しは（文献，References）とする。同一著者名，同一雑誌名を連記する時は（――）で略してもよい。
文献の書き方について著者の都合で上の指定によらない時は特にその事を付記しておく事。

15. **脚註** 脚註は数字でない記号（*，**）を用い関係頁の下段に入れ巻末に集めない。

水中に於ける各種嚢網の抵抗について—IV.

谷 口 武 夫
（農林省水産講習所）

On the Resistance of Various Cod Ends fixed in a Stream—IV.

Takeo TANIGUCHI

The hydrodinamic resistance of pyramid type cod ends with different total area of webbing was measured experimentally. The results were compared with the theoretical value which had been given by the equation (IV-1) of the report IV of this series of studies. The comparison is plotted in Fig. 2 where the abscissa and the ordinate represent respectively the non-dimentional length and the non-dimentional resistance of the cod end. Although the coincidence may not be said to be satisfactory, it can be seen that the total resistance of the cod end changes rather slightly as compared wtih the variation of the length of cod end.

緒 言

前報[1)2)3)]では嚢網の型，網口の面積及び網口の形状等が多少変つても使用網地量，網地の構造，縮結等が等しければ，それら嚢網の流水抵抗はほとんど変らず実用上はその違いは無視されてよいことを述べた。引続き本報では嚢網の使用網地総量と其の抵抗との間に如何なる関係があるかについて II[2)], III[3)] 報と同様他の諸条件を一定にし，使用網地総量を色々変えた四角錐型嚢網について I 報[1)] で求めた抵抗近似式に基づいて考察し，水槽実験の結果と比較検討した。

理 論 的 考 察

Fig. 1 に示すように，嚢の型（四角錐型），網口の大きさ及び網口の形状，其の他網地の構造，縮結等の各諸要因を一定にした嚢網に於て，其の使用網地総量だけを変化した場合の抵抗変化は，理論的には I 報

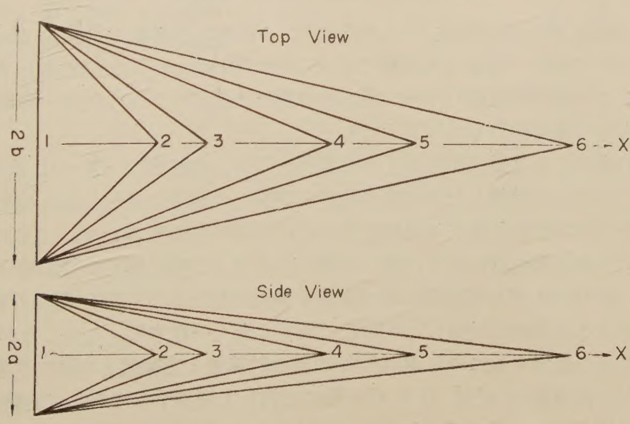


Fig. 1. The comparison of the theoretical shapes of 6 kinds of the pyramid type cod end of which the total area of webbing is changed into 3200 cm^2., 5840, 7570, 12250, 15640 and 21740 respectivelly, while the other resistance factors are maintaind constant.

1957 年 1 月 21 日受理

(14) 式に基づき II, III 報と同様にして求めると

$$\frac{R}{KS}=\frac{1}{2}\left\{\left(1-\cos^2\varphi\frac{4l}{4l+\alpha}\right)\sqrt{\frac{4l}{\alpha}+1}+\left(1-\cos^2\varphi\frac{4l}{4l+1/\alpha}\right)\sqrt{4\alpha l+1}\right\} \qquad (\text{IV}-1)$$

で表わされる。こゝに $R/(KS)$ は抵抗を表わす無次元量で，前報と同様 R は嚢網の流水抵抗を，K は単位の平面網地が流れに直角に支えられた時流れの方向に受ける抵抗を，S は嚢の網口の面積を表わす。又 l は x^2/S なる使用網地総量を表わす無次元量で，x は網丈，α は網口の縦横比，φ は縮結（網目の 2 脚のなす角）を表わす。

実　　験

実験は 1955 年 12 月，東海区水産研究所内の静止水槽で，直径 0.53 cm の銅線で作つた縦横の長さが夫々 40 及び 80 cm の枠に，実験は前報と同一の網地で出来た使用網地総面積が 3200, 5840, 7570, 12300 15600 及び 21700 cm² の 6 通りの四角錐型嚢網を網目が枠の取付け附近で大体正方形に開くように取りつけ，曳行速度 9 乃至 100 cm/sec. の範囲で行われた。この時の水槽の水温は 12°C，抵抗の測定精度は 5 gr 位であつた。尚使用した網地の種類，糸の太さ，目合，嚢の寸法等の詳細は Table 1 に示してある。

Table 1. Detail of cod end used in the experiment

Mark number of cod end	Depth at the central part of the cod end (x cm)	Total area of the netting used in the cod end (S_n cm²)	X^2/S
1	0	3200	0
2	40.0	5840	0.5
3	56.6	7570	1.0
4	98.0	12250	3.0
5	127.0	15640	5.0
6	179.0	21740	10.0

Type of cod end : The pyramid type cod end ; Material and size of netting : Cotton, 20's 4 yarns, 0.06 cm. in diameter (D), 0.85 cm. in streached measure (L) ; Angle between two adjacent arms of net (2φ) : 90° ; Area at the opening of the cod and (S) : 3200 cm².,

理論並びに実験結果の比較検討

嚢網が水から受ける抵抗 R と曳行速度 U との間には，これまでの実験と同様 U が小さいときは R は U の 1〜2 乗に比例し，U が或る一定値（本実験では 25 乃至 30 cm/sec.）を越えると R は U の自乗に比例することがみられた。この抵抗が速度の 1〜2 乗から自乗に比例するようになる一定値は，物体即ち嚢網の寸法が大きいもの程大なる値を取るものゝようである。

嚢網の使用網地量の変化により抵抗がどのように変化するか，又前述の（IV—1）式がどの程度実用性があるかを知るため，この式より計算した値と実際水中で実験した結果と比較したものを Fig. 2 に示す。図中の実線は計算値を，点及び丸印は夫々実験値及びそれらの平均値を表わす。これによると，x^2/S が比較的小さい時換言すると使用網地量が少く，従つて網口の大きさの割に嚢丈が短い場合には実験値が計算値より稍々大きくなり（$x^2/S=0$ 即ち平面網の時で網糸を無限円柱とみなした計算値の約 3.5 割大），x^2/S が増大するにつれて除々に計算値に近接し 3.5 附近で両者は全く一致する。しかしながら x^2/S の値がこの附近より大きくなるとその増大するにつれ $R/(KS)$ の値は計算値と実験値との間に次第に開きを生じ，x^2/S が 5 を過ぎるあたりから計算値が x^2/S の 0.479 乗に比例して増加するに対して実験値はわずか 0.135 乗に比例して増加するに過ぎない。従つて x^2/S が 10 附近では $R/(KS)$ の実験値は計算値の約 2.9 割，20 附近では 4.2 割程度夫々小さくなる。

以上のように x^2/S が極めて小さいか非常に大きい場合に（IV—1）式を適用することは無理であるが，1 から 10 前後の間ならば通用しても大した無理がないといえる。又嚢網では平面網の場合のように抵抗は使用網地量に比例して増大するようなことはなく，使用網地量の増加に比べわずかしか増大しない。それ故

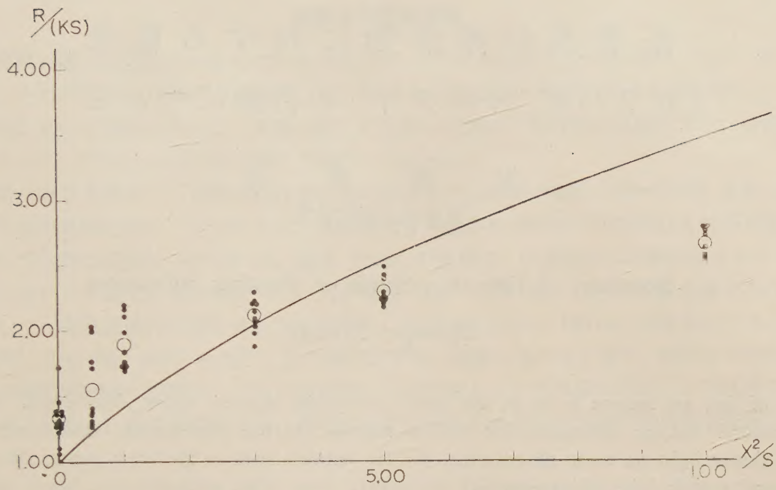


Fig. 2. The relation between $R/(KS)$ and x^2/S. Dots and cirecular marks show the experimental and their mean values and the curve represents Eq. Ⅳ—1.

前報でも述べたようにトロール，手繰網等の実際に使用されている嚢網にみられる x^2/S が5乃至15位の範囲のものでは，網の使用量を多少増減してもその抵抗は実用的には変化はなく，もし漁獲効率を高めるために網の使用量を増して嚢の容積を大きくすることが望ましいならば，多少これを行つても漁船の曳行にはほとんど影響はないものと考えられる。

終りに本実験に当り御指導並びに御便宜を賜つた東海区水研宮本博士，取纒めに際し御懇切な助言及び指導を賜つた京都大学川上教授の両氏に深甚の謝意を表する。

文　　献

1) 谷口武夫：本誌，**21**（5），9（1955）
2) 〃　：〃，**21**（9），1（1956）
3) 〃　：〃，**21**（11），3（1956）

蔭影及び浮游物に対する稚魚(カワハギ, イシダイ)の行動について*

児島俊平
(島根県水産試験場)

Reactions of Fish to a Shade or Floating Substances

Shumpei KOJIMA

Most of fish are known to be in the habit of taking shelter under submerged materials or sticking around floating substances for various reasons. In the experiments conducted by Oshima (1948) to throw light on these phenomona, the test animals such as the black porgy, *Sparus macrocephalus* and a rock fish, *Micracanthus strigatus*, were often attracted to a black plate on the white bottom of an aquarium in their actin for feeding or keeping away from enemies. The black spot appeared as if it had served like a sort of habitat for the fish.

The present study has been designed to contribute knowledge to the habit of some fishes staying about a drifting object through observations of their reactions to a given stimulus. The area of a white aquarium was divided into nine squares with threads stretched between the upper ends of walls so as to determine frequency of the test fish visiting each square (Fig. 1). A series of preliminary tests with no stimulus given to the fish established the typical swimming behaviours of two groups of the test animals that might be compared with their behaviours when given a stimulus. Under the normal condition one group, parrot bass, *Oplegnathus fasciatus*, displayed a noticeable inclination for aggregating in the central square, while the other, filefish, *Monacanthus cirrhifer*, behaved to the contrary (Table 1). The kinds of stimuli included a shade cast from above the water, a white or black plate held on the surface or the bottom, and a noise, to esch of which the fishes reacted differently (Tables 2-5). Findings from the experiments are :

1) Feeding activities which occurred most frequently in the square where a plate was, appeared derendent on the kind of the plate, its relative position to the water, species of fish and their developmental stages. Because the filefish were attracted oftener than the parrot bass to the black plate on the surface, but in the case of the plate of the bottom, *vice versa* (Table 4).

2) The young of the filefish (4-5.5 cm. in legth) and the parrot bass (1.8-2.5 cm.) showed vigorous feeding around the white plate on the water. while large individuals of the parrot bass (3.5-3.8 cm.) took the alarm at the sight of the plate (Table 3). The different reactions to the plate may be attributed to degrees of psychophysiological development and the amount of learning experiences. Particularly difference of the perception they might have from the plate seems to be an essential factor determining their reactions towards it.

3) When a certain amount of a noise or stirring of water was continuously given to the animals, they appeared to take shelter under the shade. Both white plate and black one placed at certain parts on the surface or the bottom had the similar effect as the shade on their avoidance from the threatening stimuli. Comparative tests of the shelters revealed that the animals preferred a lower shelter to an upper one (Table 6). For this reason it may be said that one feeding place they like better than another seems to be also a better shelter for them.

水面に形成される蔭影及び水面の浮游物と魚類の行動との関係を調査したものに，末広[1]，矢部[2]，松平[3]，大島[4]等の報告があるが，筆者はこの種の実験的資料を更に追加する目的をもつて，水面に形成される蔭影や浮游物が，稚魚の行動に対して如何なる影響を与えるかを実験したので，ここに報告する。

1956 年 12 月 5 日受理
* 島根県水産試験場業績

材料及び実験方法

実験魚は普通流れ藻に附随生活を営んでいる時代のイシダイ（全長 1.8〜4.5 cm），カワハギ（全長 4.0〜5.5 cm）で，それ等は浜田市瀬戸ガ島海岸，或いは沖合の流れ藻から採捕後2日間蓄養の上，1955 年8月から9月中旬に亘つて実験に供した。実験に際しては同一材料での長時間の実験をさけ，各個体1回の実験は約1時間として，19 時から 23 時の間に3回行うに止めた。

実験場所は浜田市立水族館で，実験時間は水族館の都合上やむを得ず夜間（19〜23時）を撰んだ。しかし本来なら，まず昼間実験を行うべきであるが，水族館の営業面から当時はこの時間以外は不可能であつた。

本研究に用いた容器は底面積 60×40 cm，高さ 30 cm の水槽で，底部並びに木枠を白エナメルで塗り，周囲のガラスを白ケント紙で外側から掩つた。大予備槽（155^2×120 cm）の内に実験水槽を入れて上から観察することゝして，実験水槽内に蔭を造らないために，水面の中心から 150 cm の高さにフラット・ランプ（100 V，250 W，照射角度 80°）を点灯した。魚の分布は，水槽の上に糸を張り，底部を9等分して示した（Fig. 1)。魚の瞬間的分布の記録は，二人の観察者による記載とランプの横に固定した写真機で時間毎に自動シヤッタターで撮影し，両者の結果より，連続的に変化するそれぞれの区劃の分布数を算定した。

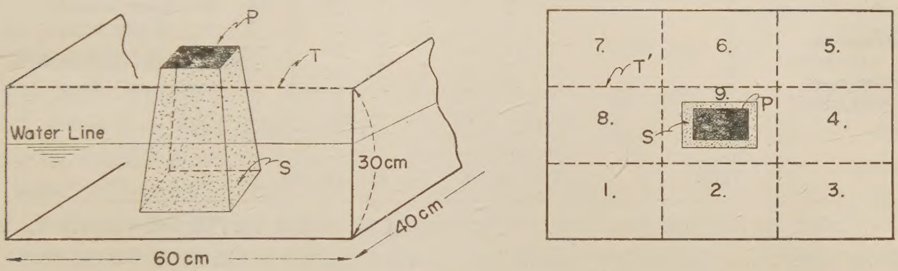


Fig. 1. Schematic diagram of the aquarium when a shade was cast from above and the division of square used in the tests.
P : plate　T : thread　S : shade　T′ : shade of the thread

実　験　結　果

（1） 水槽になにも置かない場合

水槽に海水を約 20 cm の高さまで注入し，供試魚（イシダイ稚魚7尾，全長 3.5〜3.8 cm）をタモ網によつて移し入れて，その行動を観察すると共に 10 分後から5分経過する毎に水槽内の魚群の状態を撮影した。この結果によると，イシダイの稚魚は 2〜5 尾が一団となつて游泳した。その游泳路は周壁に沿うことなく，中央区劃を通過することが比較的に多い。またカハワギの稚魚9尾（全長 4.5〜5.0 cm）はすべて群游することなく，各個が周壁に沿つて緩慢に移動し，中央区劃を通過することは極めて少ない。

両種とも実験中，水底に沈下した微細な塵芥，水面の水泡，落下する昆虫（0.5〜1.0 cm）に対し，啄みまたは口中に出し入れする摂餌動作を盛んに行うのが見られる。各観測時における魚の分布状態は Table 1 の通りである。

（2） 水面へ蔭影を落した場合

中央区劃9の水面上高さ 10 cm の所に，ガラス板（12×8 cm）の両面を黒エナメルで塗り，二板合せにしたものを置き，水面へ影を落した（Fig. 1)。この結果によるとイシダイの実験用稚魚(全長 3.5〜3.8cm)は7尾で，実験（1）の場合と何ら変化なく，群游して中央区劃の影を通過する場合が多い。蔭影中の游泳行動が鈍くなるとか，蔭影を廻避するような行動は，群を離れた単独の個体においてもみられなかつた。しかし9月 18 日に行つた一段と小さな稚魚（全長 1.8〜2.5 cm）では，蔭影中に入ると幾分行動が鈍る如く見られ，中央区劃に入る機会は実験（1）に較べ非常に多い。

Table 1. Swimming behaviours of the test fishes under the normal condition

Species	Number and date of observation	Number of square and visiting frequency									Remarks
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Oplegnathus fasciatus (Temminck & Schlegel)	1 (20 h 45 m)	1	1	—	—	—	—	1	—	4	
	2 (〃 50)	—	1	—	—	2	2	—	—	2	Number of test fish : 7
	3	—	—	—	—	—	2	3	—	2	Total length : 3.5–3.8cm
	4	—	1	—	1	1	2	—	—	2	Water temp. : 26.4°C
	5 Aug, 19	2	—	—	—	—	—	—	5	—	* Three fish were attracted to a worm dropped.
	6	5*	—	—	—	—	—	—	1	1	
	7	—	—	3	2	1	—	—	—	1	
	8	—	1	1	—	—	—	—	2	3	
	9	5	—	—	1	—	—	—	—	1	
	10	—	1	—	—	—	—	4	1	1	
	Total	13	5	4	4	4	6	8	9	17	
	1–9 Sep, 18.										Eight fish (1.8〜2.5cm.) were tested.
	Total	7	3	1	11	4	0	5	24	17	Water temp. : 25°C
Monacanthus cirrhifer (Temminck et Schlegel)	1 (20 h 30 m)	—	2	—	—	1	2	—	1	3	
	2 (〃 35)	2	2	—	1	2	1	1	—	—	Nine fish (4–5.5 cm.) were tested.
	3	—	1	1	—	1	2	2	—	2	
	4	1	—	1	1	2	—	3	1	—	Water temp. : 26.4°C
	5 Aug, 20	1	1	—	—	3	1	3	—	—	
	6	3	1	2	1	1	1	|	—	—	
	7	4	—	—	—	—	2	3	—	—	
	8	3	—	—	1	—	1	2	2	—	
	9	1	1	—	—	1	1	2	2	1	
	10	1	2	2	1	1	—	—	—	2	
	Total	16	10	6	5	12	11	16	6	8	

カワハギの稚魚 10 尾（全長 4〜5.5 cm）は游泳中蔭影の部分に近づくと行動が緩やかとなり，底部の影へ 40° 位の角度で潜行するのを 2〜3 回観察することが出来た。しかし，底部に達することなくして上昇する。また蔭影の部分に緩泳して，しかも長時間留るものは観察られない（Table 2)。

Table 2. Reactions of the fishes to a shade cast from above the water

Species	Number and date of experiment	Number of square and visiting frequency									Number of fish	Number of observation	Remarks
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Oplegnathus fasciatus (Temminck & Schlegel)	I (Aug, 19)	16	6	3	3	7	5	7	7	16	7	10	Total length : 3.5〜3.8cm } Water temp. : 26.2°C
	II (〃)	12	6	4	5	5	4	7	14*	13	7	10	*Attracted to a worm dropped.
	III (Sep, 18)	5	1	2	10	4	5	5	15	33	8	10	Water temp. : 25°C Total length 1.8–2.5 cm
Monacanthus cirrhifer (Temminck et Schlegel)	I (Aug, 25)	6	10	8	10	8	16	11	13	18	10	10	Water temp. : 26.5°C total length 4.0–5.5 cm

(3) 白板を水面に置いた場合

黒板と同じく，ガラス板に白エナメルを塗り二板合せにしたものを，中央区劃の水面に接して吊り下げた。この結果によると，実験魚7尾のイシダイの稚魚（全長 3.5〜3.8 cm）は白板を入れると異常な行動を示し，10 分後においても魚群は白色板に接近することなく，游泳の場合も白板の下を通過しない。約 20 分後から時々白色板より遠く離れた下層を通過するようになる。また群を離れた個体で白板に近づいたのを 4〜5 回観察したが，いずれも板の前面 3 cm 位の所で停止し，急に反転する。しかし一段と小さな稚魚（全長 1.8〜2.5 cm）では，前述のものほど異常の行動はなく，当初から白板下を群游通過する。群を離れた個体で白板に近ずけば，やはり板の前面 1〜2 cm の所から反転した。しかし 20 分後の頃には板側に口先を接する行動を行なつた。

カワハギの稚魚（10 尾全長 4〜4.5 cm）も白板を入れた当初は異常な行動をなして，白板に接近することなく，たまたま接近した個体は急に反転する。5分経過後においては白板側を口先で啄み，恰も餌をとる様な動作がみられる。また板の直下に長時間留まるとか，それに向つて潜行するものはない。

Table 3. Reactions of the fishes to a white plate on the surface

Species	Number and date of experiment	Number of square and visiting frequency									Number of fish	Number of observation	Remarks
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Oplegnathus fasciatus (TEMMINCK & SCHLEGEL)	I (Aug, 20)	13	10	4	14	9	4	3	4	9	7	10	Water temp.:26.5°C Total length: 3.5〜3.8cm
	II (Sep, 7)	2	5	—	5	—	—	—	3	5	2	10	Water temp.:24.2°C Total length: 4.0〜4.5cm
	III (〃 18)	8	5	—	9	6	20	1	11	20	8	10	Water temp.:25.0°C Total length: 1.8〜2.5cm
Monacanthus cirrhifer (TEMMINCK et SCHLEGEL)	I (Aug, 25)	12	15	11	7	8	9	4	19	15	10	10	Water temp.:26.5°C Total length: 4〜5.5 cm
	II (〃 20)	18	8	12	6	8	10	9	5	14	9	10	Water temp.:26.5°C Total length: 4〜5.5 cm

（4） 黒板を水面に置いた場合

中央区劃の水面に黒板を置いた。この結果によるとイシダイの稚魚7尾（全長 3.5〜3.8 cm）群1回実験2尾（全長 4.0〜4.5 cm）群1回実験を行つた。その結果では異常の行動なく当初から黒板の下を単独に，または群をなして通過する。しかして群を離れた 1〜2 尾が板の裏に一時駐まる動作，黒板の周辺を緩泳しながら，板側に口先を擦り付ける動作がみられる。実験尾数の少い場合は特に上述の行動がある。板から離れてもすぐ板辺に帰り，一般行動も緩慢で群游泳しない。

カワハギの稚魚では 10 尾（全長 4.0〜4.5 cm）群1回実験したが，その結果によると多数のものが黒板に蝟集して，頻繁に激しい啄みの動作をなす。Table 4 の通り全実験を通じて最も中央区劃に游泳する機会が多い。

Table 4. Reactions of the fishes to a black plate on the surface

Species	Number and date of experiment	Number of square and visiting frequency									Number of fish	Number of observation	Remarks
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Oplegnathus fasciatus (TEMMINCK & SCHLEGEL)	I (Aug, 20)	7	12	6	8	5	4	5	6	17	7	10	Water temp.:26.4°C Total length: 3.5〜3.8 cm
	II (Sep, 7)	2	4	—	1	1	2	—	—	10	2	10	Water temp.:24°C Total length: 4〜4.5 cm
Monacanthus cirrhifer TEMMINCK et SCHLEGEL)	I (Aug, 25)	13	13	5	14	4	7	12	15	17	10	10	Water temp.:26.6°C Total length: 4〜4.5 cm

（5） 黒板を底に置いた場合

中央区劃の底に黒板を置いた。この場合，イシダイの稚魚は2尾（全長 4.0〜4.5 cm）群1回実験，5尾（全長 1.8〜2.5 cm）群1回実験その結果によると，群游性なく，各個体が板面に口先を激しく擦り続けて，ほとんど黒板から離れない。

カワハギの稚魚 10 尾（全長 4.0〜5.5 cm）群1回実験した。この結果によると，底の黒板には無関心の如き動作を示し，実験（2）の行動と何等変つたことはみられなかつた。黒板に向つて 2〜3 回潜行したが行きつかぬうちに上昇し，板上に緩泳して留るものはない。

（6） 刺戟を与えた場合

実験（1）〜（5）の実験装置において，試魚が比較的に水槽内に分散している瞬間を撰び，水槽の木枠を竹の棒で叩くとか，槽内の一角を攪拌する刺戟を与え，その逃避行動について観察した。この場合余り強大

Table 5. Reactions of the fishes to a black plate on the bottom

Species	Number and date of experiment	Number of square and visiting frequency									Number of fish	Number of observation	Remarks
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Oplegnathus fasciatus (TEMMINCK & SCHLEGEL)	I (Sep, 7)	—	3	—	—	—	1	1	1	14	2	10	Water temp. : 24°C Total length : 4～4.5 cm
	II (〃 22)	6	2	1	5	2	3	5	6	20	5	10	Water temp. : 24°C Total length : 1.8～2.5 cm
Monacanthus cirrhifer (TEMMINCK et SCHLEGEL)	I (Aug, 26)	7	9	13	12	13	13	9	10	14	10	10	Water temp. : 26.6°C Total length : 4～5.5 cm

な刺戟を瞬間的にあたへることなく，軽く縁を連続的に叩いた。この結果によると水槽水になにも置かない場合は，中央区劃または外部の刺戟源からより遠方の隅に沈下静止する。中央区劃へ水上から影を落した場合は，中央区劃に沈下静止する。また影を区劃８に移動して同様の刺戟を行つたが，いずれも影の下が沈下静止する場所となる。水面の白，黒板，底の黒板についても同様の結果がイシダイ，カワハギの稚魚についてみられる。しかし，イシダイの試魚は，水面の白板に対して異常な行動を示さない（全長 1.8～2.5 cmの魚群）。次に蔭影と水底黒板，蔭影と水面黒板，水面黒板と水底黒板について，どちらに数多く逃避するかイシダイの稚魚（各実験共に５尾，全長 1.8～2.5 cm）について比較した，結果は Table 6 の通りである。

Table 6. Comparative effects of two different shelters on the fishes fleeing from a scare

Species	Number and of date experiment	Number of square and visiting frequency									Number of the	Number of observation	Remarks
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Oplegnathus fasciatus (TEMMINCK & SCHLEGEL)	I (Sep, 22)	1	—	—	—	—	—	①	—	△3	5	1	fork langth : 1.8～2.5 cm
	II (Sep, 22)	—	—	—	—	—	1	①	—	△3	5	1	Water temp : 24°C
	I (Sep, 22)	—	2	—	—	—	—	⊖	1	□2	5	1	○Shade cast from above
	II (Sep, 22)	—	—	—	—	—	—	⊖	—	□5	5	1	△Black plate on the bottom
	III (Sep, 22)	1	—	—	—	—	—	□3	—	①	5	1	□Black plate on the surface
	I (Sep, 22)	—	1	—	—	—	—	—	□3	□1	5	1	
	II (Sep, 22)	1	—	—	—	—	—	—	□1	□3	5	1	
	III (Sep, 22)	—	1	—	—	—	—	—	□1	□3	5	1	

実 験 結 果 の 検 討

実験（１）においてイシダイの稚魚は群游性がみられ，中央区劃を通過する機会が多いのに反し，カワハギの稚魚は各個が自由緩慢な行動をとり，中央区劃に入る機会が他の区劃よりも少い。このことは大島[4]もカゴカキダイ，クロダイの稚魚について同様の結果を得ている。水面へ影を落した場合，イシダイの稚魚は行動の上になにら変化もみられないが，カワハギの稚魚は影の部分に入る場合，行動が緩慢となり，また底部の投影に潜行するものもあつて，実験（１）とは反対に中央区劃に入る機会が他の区劃より多くなつている。また，実験（４）～（５）からイシダイの稚魚は底の黒板を，カワハギの稚魚は水面の黒板に蝟集して，摂餌時と同様の動作*が判然と観察された。

また摂餌様行動を誘起せしめる各種の板の順位をみると，イシダイでは，水面白板，水面黒板，水底黒板の順位であり。カワハギでは水底黒板，水面白板，水面黒板の順位である。これでみると，両者共黒板に対する摂餌様行動が多い。イシダイの稚魚で全長が 1.8～2.5 cm の個体では水面の白板を摂餌様行動をなす場として蝟集し，これより成長した全長 3.5～3.8 cm の稚魚では，反対に異常の行動をなすだけでなく，警戒物として逃避的な行動をなし，また水面に落下する昆虫に対して，その活動の大きいものほど稚魚が蝟集した。これ等の結果よりして，白色板の絶対刺戟源としての存在は，不変的であるのに，そうした刺戟源か

* カワハギは板面を口先で断続的にコツコツと啄み，イシダイは連続的に口先を左右に動かして擦りつける動作。

らの刺戟のうけとり方の程度並びにそれに対する反応程度が，同一種でも成長の段階によつて，甚しく異なることが知られる。このことは稚魚が成長に伴つて生活上主として依存する受容器や感覚の中枢が変化するからであろう。しかしながらイシダイ，カワハギの稚魚が白色板に接して啄み様の行動をしたことについてみると，啄み様行動をなす以前には，白色板に接近する行動が先行する。この行動は，白色板の存在によつて，形成される照度と無関係とは云えない。一般に魚類の稚魚時代には，内橋[5]の研究から推察してみても趨光性をもつているものと思われるから，稚魚の趨光性の問題を除外して論ずることは困難であろう。

また落下した昆虫については，運動性のあるものに対して，特に強く反応したことは魚のもつ運動視能力が形態視能力より優れており，魚の摂餌行動に深い関係のある事がわかる。

白板を水面に置くと，イシダイの稚魚 3.5〜3.8 cm は甚だ敏捷な行動を示し，白板を極度に警戒物として其れをさけようような非正常行動をとつた。この行動は Table 3 の通り，中央区劃に入る機会が激減していることからも明瞭である。また実験（6）において，魚群に物理的な刺戟をあたえた場合，魚群は或る場所に逃避し沈下静止した。より激しい刺戟音をあたえない限り魚群はそこを離れなかつたから，その場所を刺戟音に対応する逃避場所とすると，イシダイの稚魚では影→水面黒板→水底黒板がより適当な逃避の場所となつた。逃避場所にも選択性があることが比較実験により明らかとなつた。逃避行動中における魚群は，逃避場となつている板の下または底の板上に集つて沈下静止するのみで，摂餌動作に類する動作は全々認められなかつた。

摘　　要

1）夜間水槽において，人工的蔭影や浮游物が稚魚（カワハギ，イシダイ）の行動に対して如何なる影響を与えるか，また刺戟を与えた場合それらとの関係について実験した。

2）イシダイの稚魚は群游性が強く，水底の黒板に対して最も摂餌様動作を示すが，カワハギの稚魚は群游性がなく緩慢で，水面の黒板に対して最も摂餌様動作を示した。

3）絶対刺戟源としての物質の存在は不変的であるのに，同一種の稚魚で成長の段階により同じ物質が摂餌様場所にもなり，また警戒物として非正常な行動を示さす。

4）刺戟を与へると，摂餌様行動を誘起せしめる場所の順位にしたがつて非避場所は選択される。

終りに臨み，論文の御校閲を賜つた内橋潔博士並びに本研究にこころよく機会と助言を戴いた神藤正場長，丸川久俊館長，実験に助力下さつた館員岩本修君に衷心より謝意を表する。

文　　献

1）末広恭雄：“魚類学”，岩波書店. pp. 127〜130 (1954).

2）矢部　博・森　徳見：流木カツヲ，キメヂ群の一観察，本誌，**16**，2 (1950).

3）松平康男：魚附林に就いて（海洋学的意味），神戸海洋気象台彙報，158 (1951).

4）大島泰雄：白い背影をもつ黒い部分に対する魚の行動について，本誌，**13**，4 (1948).

5）内橋　潔：脳髄の形態より見た日本産硬骨魚類の生態学的研究，日本海区水産研究報告，2 (1953).

アサリの生態学的研究—II. 沈着期と初期生長*

池 末 弥
(西海区水産研究所)

Ecological Studies on the Clam, *Tapes japonica* (REEVE)——II. On the Setting Season and the Growth in Early Young Stage

Wataru IKEMATSU

In order to know the setting season and the growth of *Tapes japonica* in their young stage, the author has collected this species over the period 1952 to 1955, at four localities in the Sea of Ariake (Table 1, Fig. 1). The results obtained are summarized as follows :

1) The major periods of the setting are twice a year. One is in May and the other is from the end of November to early December, but the setting in the former season is unstable (Table 2, Fig. 2).

2) The density of setting in December reaches above half a million per one square meter. The young clams set in this season maintain the resources of this species, though those deposited in spring seem to be extinct (Table 2).

3) The growth curve of the young clam which sets in November and December has several changing points in its growth rate. The shell length on the coast of Saga Prefecture in the Sea of Ariake, reaches 1 mm. four months after setting (early April), 10 mm. after six months, and 27 mm. after a year (Figs. 3, 4).

カキ，アコヤガイ，ホタテガイ，サルボウ等附着性の貝類では研究も進み産業的に人工採苗が行なわれているが，コレクターを用いて採苗することのできないアサリ，ハマグリ等では沈着初期の生態については十分究明されていない。筆者等の行つた客土の研究及びその後筆者が調査した資料から，本報ではアサリの沈着期とその初期生長について報告する。

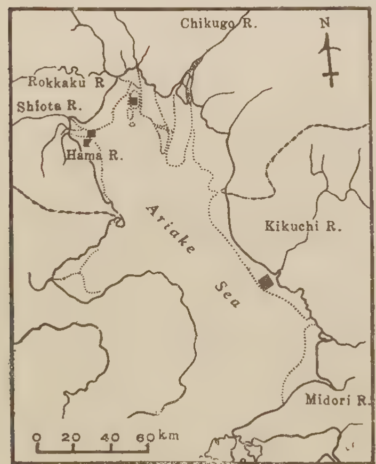


Fig. 1. Map showing the localities of investigation.

尚客土の協同研究者佐賀県水試有明海分場の職員各位，熊本県菊池川尻の採集を煩した熊本県水試海路口分場長小林崇氏及び仔貝の検出を手伝われた松本直，中島久子の諸氏に深謝する。

調 査 方 法

1. 調査時期と場所： 1952 年 4 月から 1955 年 10 月までに佐賀県浜川尻新床，塩田川尻中洲，六角川尻中洲及び熊本県菊池川尻滑石の 4 カ所から採集した (Fig.1)。年によつて調査場所は異り，又 採集回数もまちまちであるが延べ 47 回に達している。それぞれの場所における 採集地点数等は Table 1 に示した。浜川尻は軟泥が多くアサリ種苗発生地としては不適当な場所であるが，その他はいづれも良好な種場であつて，地盤高は浜川尻 1.2 m，塩田川尻 0.4 m，六角川尻 1.2 m，菊

1956 年 12 月 25 日受理

* 西海区水産研究所業績第 74 号，一部は 1955 年度秋季大会にて発表 (1955 年 10 月，長崎市)

Table 1. Collecting conditions in the investigation

Localities	Term of collection	Number of times collected	Number of stations	Area of investigated regions
Off Hama River (Saga Pref.)	Apr. ～July, 1952	4	28	7 acre
	Oct. 1952～May, 1953	5	16	27
	Apr. 1953～May, 1955	13	48	8
	Feb. ～Oct, 1955	8	2	
Shiota R. (〃)	Dec. 1954～May, 1954	3	14	250
Rokkaku R. (〃)	Oct. 1952～May, 1953	4	16	27
Kikuchi R. (Kumamoto Pref.)	Apr. ～June, 1954	3	1	
	Dec. 1954～July, 1955	7	6～8	1,0000

池川尻 2.0～1.6 m である。

2. **採集方法**： 1953 年 5 月までは径 5 cm の円筒を使用して表面から 2 cm の深さまでの潟土を一地点について 3 回採り，それを混合して一地点の資料としたから採集面積は約 59 cm^2 である。その後の採集は 8×8 cm^2 の方形枠を用い表面から 1 cm 又は 2 cm の深さまでの潟土を採集した。採集した潟土は布袋に入れて持帰り，湿つたままで秤量し，その中から 5～10 g の潟土を無作意にとり中性ホルマリン 5％溶液に固定した。固定した潟土は 0.2 mm の金網で篩つて微砂泥を除いた後，10～20 倍の解剖顕微鏡で仔貝を検出し種類別個体数を数えた。以下に示す個体数はすべてこれを 64 cm^2 内の数に換算したものである。

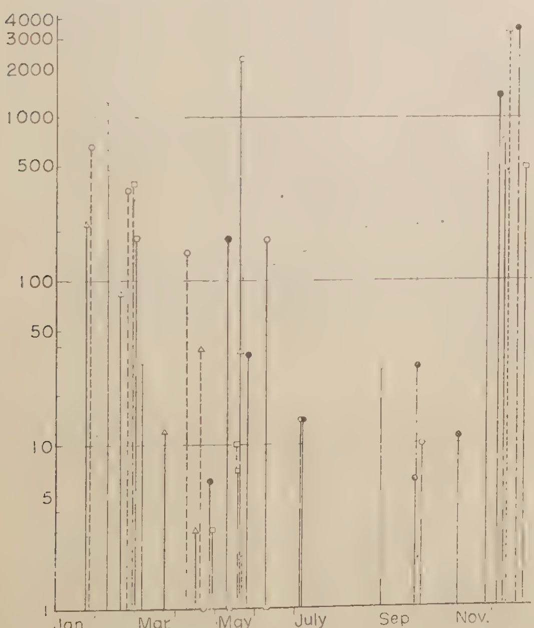


Fig. 2. Average number of the early young shells (under 0.5 mm in length) in 64 cm^2. at every times. ●: 1952; □: '53 ; △: '54 ; ○: '55; ——: Off Hama River ;……: Shiota R. ; —•—: Rokkaku R. ;—–—: Kikuchi R.

結　　果

1. **沈着時期**： 各調査時期における殻長 0.5 mm 以下のアサリ仔貝の平均個体数を Fig. 2 に，それと最小形及び 0.5 mm 以上の稚貝も含めた全部のアサリの最多型の大きさを Table 2 に示した。調査回数の最も多い浜川尻では 1952 年には 4 月下旬に僅少の沈着仔貝がみられ，5 月上旬には 182 個となり以後は非常に減少するが 7 月，10 月にも極く少数の沈着は行なわれている。そして 12 月上旬に第 2 回目の沈着の山が出現しているが，この時の沈着量は 5 月のそれに比べると 7.5 倍の量に達している。0.5 mm 以下の仔貝は翌年 1，2 月にも多数みられるが，これは殻長の最小形及びモードからみて 11～12 月に沈着したアサリであることが容易に推察できる。1953 年においては春季の沈着は皆無に近い状態であり 11，12 月のそれは前年の半数程度である。1954 年にも春季の沈着はほとんどみられないが，1955 年には 2000 個以上の多数がみられた。六角川尻及び塩田川尻は秋から春までの期間一期づつ調査を行つたが，沈着時期は浜川尻と全く同様であり，菊池川尻の場合も特に相違は認められない。しかし 1955 年春季にも菊池川尻ではほとんど沈着しなかつた。

Table 2. Average number of the early young shells in 64 cm², its minimum size and mode

Localities	Date	Number of early young shells (under 0.5 mm in length)	Minimum size (mm)	Mode * (mm)
Off Hama River	Apr., 26, 1952	6	0.23	0.25
″	May, 9, ″	182	0.20	0.25
″	″, 24, ″	35	0.20	0.35
″	July, 5, ″	14	0.20	0.45
″	Oct., 1, ″	6	0.23	0.25
Rokkaku R.	″, 2, ″	29	0.32	0.45
Hama R.	Nov., 4, ″	11	0.20	0.25
″	Dec., 4, ″	1368	0.21	0.25
Rokkaku R.	″, 18, ″	3515	0.21	0.30
″	Feb., 27, 1953	393	0.29	0.35
Hama R.	″, 28, ″	182	0.28	0.45
″	Apr., 28, ″	3	0.20	0.25
″	May, 11, ″	1	0.50	0.75
″	″, 17, ″	7	0.23	0.75
Rokkaku R.	″, 16 ″	10	0.21	0.25
Hama R.	June, 9, ″	1	0.33	0.35
″	July, 8, ″	0		
″	Nov., 25, ″	624	0.22	0.25
″	Dec., 8, ″	722		
″	″, 24, ″	492	0.22	0.32
″	Jan., 22, 1954	223	0.24	0.35
″	Feb., 19, ″	84	0.29	0.45
″	Mar., 5, ″	32	0.23	0.55
″	″, 22, ″	12	0.33	0.55
″	Apr., 16, ″	2	0.27	0.55
Kikuchi R.	″. 19, ″	38	0.39	0.45
″	May, 18, ″	37	0.24	0.25
Hama R.	″, 21, ″	0		
Kikuchi R.	June, 15, ″	0		
″	Dec., 8, ″	487	0.21	0.25
Shiota R.	″, 11, ″	3446	0.22	0.25
Kikuchi R.	Jan., 26, 1955	672	0.22	0.32
Shiota R.	Feb., 8, ″	1300	0.25	0.35
Hama R.	″, 9, ″	460	0.26	0.45
Kikuchi R.	″. 24, ″	354	0.25	0.34
″	Apr., 8, ″	147	0.31	0.45
Hama R.	″, 20, ″	0	0.72	1.05
Shiota R.	″. 22, ″	1	0.32	1.5
Kikuchi R.	May, 20, ″	2	0.32	1.5
Hama R.	″. 19, ″	2323	0.29	0.45
″	June, 8, ″	178	0.25	0.50
Kikuchi R.	″, 21, ″	0	1.44	7.5
Hama R.	July, 4, ″	14	0.24	
Kikuchi R.	″, 20, ″	0	3.7	10.0
Hama R.	Aug., 1, ″	0		
″	Sep., 5, ″	29	0.25	0.25
″	Oct., 6, ″	10	0.21	0.37

* Including shells over 0.5 mm in length.

以上のことからアサリの沈着は3月から 12 月までの期間には絶えず行なわれているようである。この期間の内，大量の沈着をみるのは5月及び 11 月下旬〜12 月上旬の二回であつて毎年大体一定しており，両期とも1カ月足らずの短期間に集中している。その他の時期における沈着は極めて少数であり殊に 3, 7〜9 月は非常に少ない。特に注目すべきことは秋季の産卵に由来する沈着は毎年非常に高い密度で行なわれているが，春季のそれは年によつて極めて不安定でほとんど沈着をみない年が多いことである。

2. 沈着密度： 12 月における沈着密度は場所による変動が年による変動より大きい。即ち良好な種場である六角川尻，塩田川尻は $1\,m^2$ 当りに換算すると 55 万個内外にも達するが，浜川尻は 20 万個内外である。菊池川尻は良好な種場であるにも拘らず個体数は少なく，高密度の地点でも 20 万個程度である。菊池川尻の調査は1カ年に過ぎないのでこれが普通の状態かどうかはわからない。

5月における沈着密度は年による変動が大きく，浜川尻では 1952 年に $1\,m^2$ 当り 2.8 万個，'53,'54 両年は皆無に近い程度であつたが '55 年には 36 万個の沈着をみた。春季に調査した '53 年の六角川尻，'54, '55 年の菊池川尻でも皆無の状況であつた。尚沈着後の減少状況については稿を改めて報告する予定である。

3. 沈着初期における生長： 測定数僅少の場合を除いて殻長組成を示すと Fig. 3 のようになる。春季沈着のアサリは前述のように極めて少なく，大量に沈着した年も間もなく消えてしまつたから，その生長は追求できなかつた。秋季の産卵によつて沈着したアサリは翌年4月以降になると 10 g の潟土の調査では個体数が非常に少ないので，1955 年4月以降は前述の調査に使用した潟土の残り全部を各地点とも 1 mm の金網で篩い，1 mm 以上のアサリを集めて大きさを測定した。Fig. 3 に示した斜線の部分はこのようにして集めたアサリである。春季には春季沈着の仔貝が加わつてくるため二群が区別される。この場合は群別に殻長の平均値を求め，各時期における平均値をプロットすると Fig. 4 が得られる。佐賀県地先では各年度とも稚貝はなくなり，7月以後の生長がたどれなかつたし，菊池川尻においては8月以後調査しなかつたので過去の資料[1),2),3)]を引用するとそれぞれ Fig. 4 A 及び B の◉点になる。

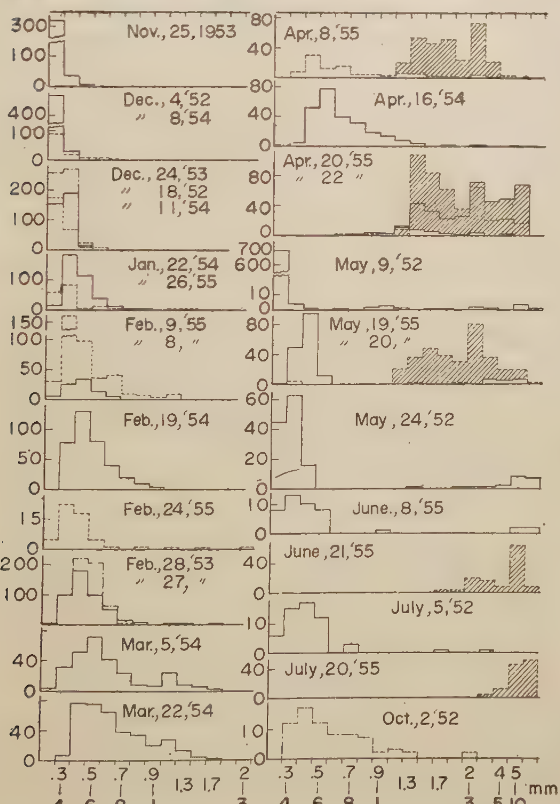


Fig. 3. Composition of shell length (mm). Ordinate : number of specimens ;——: Off Hama River ;……: Shiota R. ;—·—: Rokkaku R. ;----: Kikuchi R.

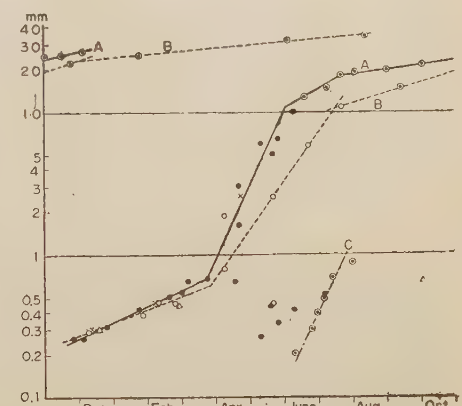


Fig. 4. Growth curve of the clam. ● : Off Hama River ; × : Shiota R. ; △ : Rokkaku R. ; ○ : Kikuchi R. ; ◉ : quoted data from literature.

佐賀県地先では各調査場所ともアサリ稚貝の生長にあまり相違はみられない。即ち秋季の産卵によつて沈着したアサリは3月中旬までの生長は緩慢であるが，その後急速に生長して平均殻長 10 mm を越した6月からやや低下し，以後は7月中旬，12 月にそれぞれ変化点を持ちながら生長率が低下してゆく。この生長はシ

グモイド曲線を示すが，各生長期の間では $l \doteqdot ae^{kt}$ (l：殻長 mm，t：沈着後の月数）の式で示され，その係数は次のようになる。

	a	k
第1期（12〜3月）	0.2533	0.2644
第2期（3〜5月）	0.2718	1.2081

熊本県菊池川尻では佐賀県地先に比べかなり生長が劣る。そして6月における生長曲線の変化点はみられない。生長が劣るのは地盤が高く干出時間が永いことが大きな原因と思われる。

以上から平均殻長を示せば，佐賀県地先では沈着1カ月後（12 月末）には 0.33 mm，2カ月後 0.43，2カ月後 0.56，4カ月後の4月始めに約1mm，6カ月後に 10 mm，満1カ年で 27 mm，菊池川尻では4カ月，6カ月，1カ年後にそれぞれ 0.7mm，3.3mm，23mm となる。生長率に数回の変化点があることは次のように考えられる。最初の変化点である3月は水温 10°C を超え急に上昇期に入るため稚貝の活力旺盛となる時期であるが，7月は干潮時には炎熱に曝らされ生長が鈍るものと思われる。そして 10，11 月の好季節になつて生長率が上昇しないのは殻長 20 mm を超えてくるからであろう。12 月の変化点は前月の水温 16°C から 11°C に急激に低下する時期であり，佐賀県地先における6月の変化点は梅雨期における著しい塩分低下が原因ではあるまいか。

4. その他の貝類の沈着：　各地点の潟土5〜10 g 中から検出されたアサリ以外の貝類* としてはシズクガイ *Theora lubrica*，チヨノハナガイ *Raeta pulchella*，ヒメシラトリ *Macoma incongrua*，ユウシオガイ *Moerella juvenilis*，コケガラス *Volsella metcalfei*，ホトトギス *Brachidontes senhousia*，サルボウ，ハマグリ，シオフキ，オオノガイ，ソトオリガイ *Laternula limicola* 及び不明3種を加え 15 種が得られた。巻貝は稀に死貝が得られたに過ぎなかつた。これらのうち特に多いのは佐賀県地先におけるシズクガイと菊池川尻におけるソトオリガイ及びホトトギスであつて，12 月にはシズクガイの多い年（'53，'54 年）で $1 m^2$ 当り8万個，浜川尻ではアサリの 70 %，塩田川尻では 15 % に達した。沈着期は5〜12月，その盛期は 11 月で大体アサリと一致している。ソトオリガイは 10，11 月，ホトトギスは 11 月に沈着が多く，12 月にそれぞれアサリの 50 % 及び 30 % 程度を占める。その他の種類は極めて少数でアサリの5%以下に過ぎない。

考　　察

1. 沈着期について：　有明海におけるアサリの産卵期は3〜7月及び9〜11 月の春秋2回，その盛期は5月及び 10 月下旬から 11 月の時期である。生殖腺のふくらみ方からみれば，春季の産卵量が秋季のそれに比べ遙かに多いように思われるが，前述のように産業的に役立つているのは主として後期の産卵に由来し，春季のものは年によつて沈着したり，しなかつたりする。その原因の究明は今後に残された問題であるが，放卵後沈着までの期間に低塩分等環境条件に支配されるためではあるまいか。

北海道[4]，韓国南部[5] では年1回の産卵が行なわれるが，有明海のほか東京湾[6],[7]，愛知県，岡山県[8] でも年2回の産卵が知られている。しかし広島県水試[9] は生殖腺の組織学的観察から 10 月末〜12 月が盛期であつて極く少数のものが翌年春季まで産卵すること，そして環境条件によつて時期的差異のあることを報告している。又伊藤等[10]は福島県松川浦のアサリを調べ，産卵期は水温条件のみによつて決定されるものではなく，同一海域においてもその場所の環境条件が良ければ年2回の産卵が行なわれ，悪ければ年1回となることを明らかにしている。更に沈着期については千葉県水試[6] は殻長1mm 以上のものについて調査し，4月中旬より7月上旬に至る年1回でであろうと述べ，安田[11]は岡山県高梁川尻の種場では周年を通じて1〜2.5 mm の大きさにモードがあり，それは5月に最多を示すことを報じている。伊藤等[10] は 0.5 mm 以上のものについて調査し，稚貝は1月頃から現われ始め3，4月に最高となるから実際の沈着は 11〜12月であること，そしてこれは主として環境のよい場所における第2回目の産卵及び栄養条件不良のため産卵の遅れたものに由来すると推定している。又第1回目の産卵即ち6月下旬〜8月下旬の期間に大量に産卵されたものは全くみられないから，炎暑のために死滅して有効に発生しないのであろうと述べている。千葉水試の4〜7月頃の平均殻長は2〜7mm と記されているから，実際の沈着は前年 11 月頃と思われ，安田の

* 一部の同定は滝庸博士にお願いした。厚く御礼申上げる。

ものも同じ頃の沈着と考えられる。従つて福島県，東京湾，岡山県等においても産業的に役立つているのは有明海と同様主として 11〜12 月に沈着するもの即ち秋季に放卵されたものと思われる。

2. **初期生長について**： 沈着初期の生長について従来報告された唯一のものは吉田[12]の研究である。同氏は6月採集した Veliger を飼育して仔貝3個の大きさを測定している。実験室内での飼育であるが沈着後急速な生長がみられる (Fig. 4 C)。早春沈着したものは前年 12 月沈着の小型のものとは大きさによつて正しく区別することが困難となるから，吉田の実験結果とも考え合せると，秋季のそれとは異り直ちに急速な生長を示すものと思われる。伊藤等の松川浦における生長は沈着5カ月後の平均殻長 1 mm，6カ月後約2 mm，満1カ年を経過して6〜8 mm である。千葉県水試の調査について筆者の推定沈着期から数えると沈着後6カ月で 2.5 mm，満1カ年で 18 mm となるから，東京湾のものは松川浦に比べるとかなり良い生長を示すが有明海のそれには非常に劣つている。

要　　約

1). 有明海におけるアサリの沈着盛期は5月及び 11 月下旬〜12 月上旬の年2回であるが，春季にはほとんど沈着をみない年が多いようである。

2). 12 月における沈着密度は毎年非常に高く 1 m^2 当り 50 万個以上にも達し，これが生長して産業的に役立つようになるが，大量に沈着した年においても春季のものはほとんど育たない。

3). 11〜12 月沈着したものは翌年2月までは生長鈍く，3月中旬より急速に生長し，その後7月，12 月に生長曲線に変化点を示しつつ生長率は低下する。沈着4カ月後（4月上旬）平均殻長 1 mm，6カ月後 10 mm，満1カ年後 27 mm となる。

文　　献

1). 佐賀県水試：同業務報告，昭和 26 年度，pp. 156〜164 (1951).
2). 池末弥：水産研究誌，**36** (5)，pp. 82〜89 (1941).
3). ——：有明海研究報告，1，pp. 10〜34 (1953).
4). 木下虎一郎・渋谷三五郎：北水試旬報，410，pp. 3〜7 (1934).
5). 朝鮮総督府水試：同水試年報，**9** (3)，(1939).
6). 千葉県水試内湾分場：昭和 5，6 年度同事業報告，pp. 27〜30 (1933).
7). 農林省水試：水産試験場年報，昭和 22 年度，p. 23；昭和 23 年度，p. 22 (1949).
8). 安田治三郎・浜井生三・堀田秀之：日水会誌，**20** (4)，pp. 277〜279 (1954).
9). 広島県水試：水試だより，35，pp. 9〜11 (1953).
10). 伊藤進・小木曽卓郎：福島県松川浦におけるアサリ，ハマグリに関する研究，福島県水産課.
11). 安田治三郎：内海区水研研究報告，2，pp. 1〜11 (1952).
12). 吉田裕：Venus，**5** (5)，pp. 264〜273 (1935).

魚類網膜の明暗順応の状態と照度との関係*

田 村 保
（名大農学部水産学教室）

On the Relation between the Intensity of Illumination and the Shifting of Cones in the Fish Retina

Tamotsu TAMURA

1) Roughly speaking, the retinae of *Lateolabrax japonicus* and *Cyprinus carpio* show more marked dark-adaptation before than after midnight, when the fish are kept in very low intensity of illumination. In *Lateolabrax*, the change from bright- to dark adaptation of the cone position can be brought forth in the illumination of about 0.04 lux before midnight and in about 0.01 lux after that (Fig. 3). In *Cyprinus*, it is 0.0005 lux before midnight and less than 0.00006 lux after that (Fig. 4).

2) The difference of illumination between before and after midnight may be one of the reasons why the fish-gathering by light in the fishery is usually more effective before midnight than after that.

3) The difference of the illumination between the two species may show that the retina of *Cyprinus* is more sensitive to low illumination than that of *Lateolabrax*.

前 言

VON FRISCH (1925)[1] は数種の淡水魚を用いて或程度以上の明るさに於て色彩弁別能力のあることを証明し，且色彩を弁別出来ないような暗い場合には網膜上の錐体の Myoid は伸長し桿体の Myoid は収縮し，錐体と桿体の位置が明順応の場合とは逆になることを見て，所謂二元説 (Duplicity theory) が魚に於ても成り立つことを証明している。又 WUNDER (1926)[2] は多くの淡水魚につき錐体と桿体の位置が明暗順応の移行を示す時の明るさを測定し，この明るさが魚種により異り 1/10〜1/250 ヘフネル燭光であることを見た。更に BRUNNER (1934)[3] は *Phoxinus* に於て 0.002—0.008 Lux の照度で錐体と桿体との交代が起ることを見ている。併し後に WELSH & OSBORN (1937)[4] はナマズに於て．WIGGER (1941)[5] はキンギョに於て研究し，これ等の魚を完全な暗黒の中に入れておいても昼夜の別又は時刻により網膜の示す明暗順応の状態は異り日週期性を示すことを証明した。

著者はスズキ，及びコイを用いてその錐体及び色素層が明暗順応の移行の状態を示す照度が時刻により相当異ることを見たのでここに報告する。

本文に入るに先立ち論文の校閲を賜わつた雨宮博士及び実験上の便宜を与えて下さつた東大水産実験所の方々に深謝する。

材 料 及 び 装 置

材料，体長 4〜5 cm のスズキ (*Lateolabrax japonicus*) 及びコイ (*Cyprinus carpio*) の幼魚を用いた。

装置，Fig. 1 に示すように海水を入れた水槽 (13×8×18 cm) に材料 3 尾を入れ流水又は通気により酸素の補給を充分とし，水槽の両面よりスリガラスを介して照明した。

光源，一定の明るさを得る為の光源として 120 V—2 C. P. の電球多数の中より一定光度のものを撰び，

1956 年 12 月 26 日受理

* 文部省科学研究費による，名古屋大学農学部水産学教室業績

これを7時間以上 100 V の電圧で点灯し一定の光度となつた所で用い．電源電圧はスライダック及び自動電圧調整器により 100 V に調整した。Fig. 1 の如くブリキ製の筒の中にこの電球を入れ，前面に一定枚数（スズキには 12 枚及び 17 枚，コイには 30 枚及び 40 枚）のトレーシングペーパーを置き光源とした。

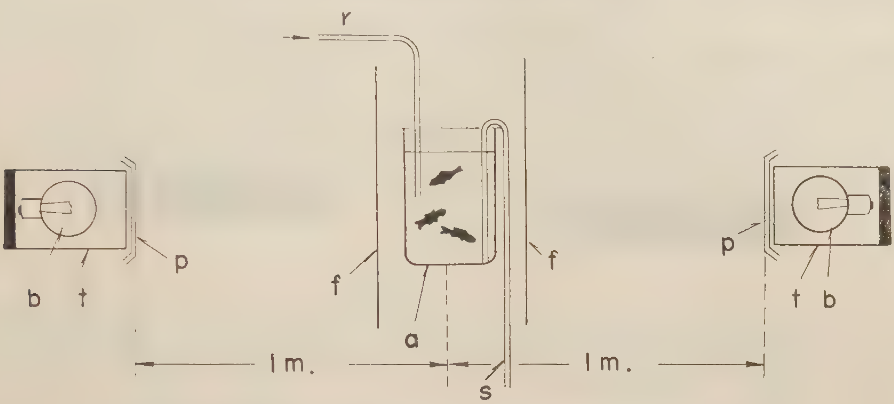


Fig. 1. Apparatus of experiment.

a, glass tank : b, 120 V. —2 cp bulb : f, frosted glass plate : p, tracing-paper : r, pipe leading sea-water or air : s, siphon to drain off sea-water and fill fixative : t, tin tube.

This apparatus was set in the dark room and when the sheets of tracing-paper in front of bulb were twelve, it was about 0.04 lux in the center of the tank and when seventeen, about 0.01 lux.

照度計，マツダ PS—50 V の光源管にマツダ V—A_1 のフィルターを用い，陰陽極間の電圧は 45 V とし，グリッドリークの抵抗には 100 MΩ を用い，新興通信工業 KK の pH メーター用の真空管電圧計（ダブル型 54 の pH 54 D 管及び双3極管の 12 AU 7 を用いている）に接続し測定を行つた。この照度計をマツダの 5 Candela 標準光源により検するに 10 mV の示度は 0.036 Lux に相当する。勿論この値はグリッドリークの抵抗に対する室中温度の影響等で多少の変動があるので実験用の照度の測定の前後に標準光源による較正を行つた。

照度の測定，実験に用いた照度は 0.04, 0.01, 0.0005, 0.00006 Lux である為に前記の照度計の感度では直接測定は困難である。それ故電球の前に入れるトレーシングペーパーの数及び光源と光電管との距離と照度との関係を予め定めておき計算により水槽の中央の照度を計算した。それによると光源と水槽中央との距離が 1 m で 12 枚のトレーシングペーパーを入れた場合は約 0.04 Lux, 17 枚では約 0.01 Lux 30 枚では 0.0005 Lux, 40 枚では 0.00006 Lux であつた。

実　験　方　法

材料を 16 時まで室内の自然光の下に飼育し，16 時に実験魚全部を暗黒の中に入れ，この中より3尾づつを暗黒の中でとり出し，18〜20 時，20 時 30 分〜22 時 30 分の如く 2 時間づつ各照度及び暗黒の中に入れ，その時間の終りに水槽中の海水をサイフオンにより捨て，代りに固定液約 150 cc を注入し，その明るさで 50 分以上固定し，常法によりパラフィン切片とし Haematoxylin-Eosin 又は Heidenhain の Azan 染色により染めた。後に明所にて網膜を切り出し更に 24 時間固定した。酸性固定液は Müller (1954)[6] の示す如く明暗順応の状態に多少の影響を及ぼす恐れがあるのでこれをさけ，中性フォルマリン1容と 80% アルコール2容の混液を用い固定し，又実験中の水温はスズキの場合 22〜26°C, コイの場合は 25〜26°C 及び 13〜16°C であつた。

網膜の明暗順応の状態を示す尺度として錐体楕円部の中心及び色素層の先端の位置を用いた。これ等は3尾の魚の6眼中5眼を用い前記の如き切片のうち眼底部の水平切片に於て測定した。即ち1眼につき 25 個

の錐体楕円部の中心と色素層の基底との距離の平均及び 25 個の錐体に相当する色素層の先端と色素層基底との距離の平均値の外境界膜と色素層の基底との距離に対する百分率を以て示した。要するに Fig. 2 の c 及び d の値の平均の l に対する割合を以て明暗順応の状態を示したのである。

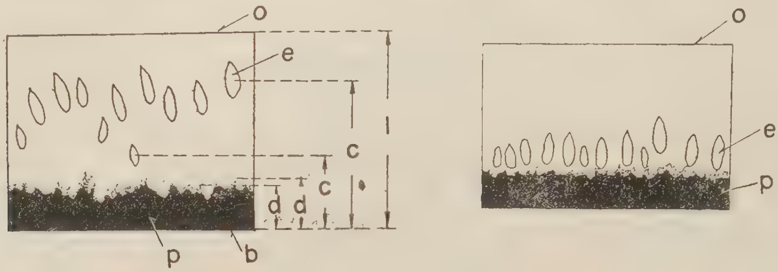


Fig. 2. Diagrammatic figures showing the positions of cones and pigment in the cross sections of retina of *Lateolabrax japonicus*, fixed at 22 : 30 (right) and 2 : 30 (left) after two-hour-illumination of 0.01 Lux, before which the fish had been kept in complete darkness from 16 h.

b, base of pigment layer : e, ellipsoid of cone : o, outer limiting membrane :
c. distance from the center of e to b : d, distance from the tip of pigment to b :
l, distance from o to b.

結　果—スズキ

スズキの錐体及び色素層の示す明暗順応の状態と照度及び時刻との関係は Fig. 3, Fig. 4 に示す如くなつた。この図の縦軸は錐体及び色素層先端の位置の割合を示すもので値の小さい方が暗順応の進んでいることを示すものである。横軸に示す時刻の間の 2 時間のみ夫々 0.04 Lux, 0.01 Lux 及び暗黒に置いて，その時間の終りに固定したものである。

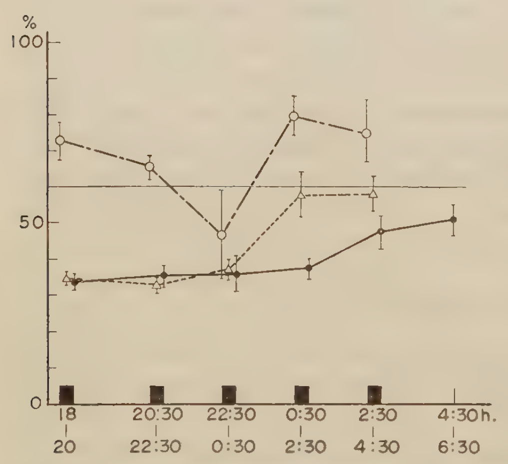


Fig. 3. The relation between the average position of cones and the time, in the complete darkness (-•-), and in the illuminations of 0.01 Lux (···▵···) and of 0.04 Lux (-•-○-•-). *Lateolabrax japonicus*, water temperature 22-26°C. The length of the vertical line at each point shows the 0.95 fiducial interval.

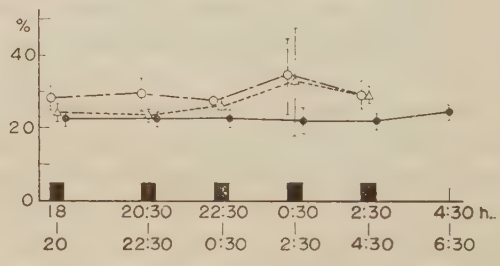


Fig. 4. The relation between the average position of tips of pigment and time. See the explanation of Fig. 3 *Lateolabrax japonicus* water temperature 22—26°C.

錐体の場合 (Fig. 3) と色素層の場合 (Fig. 4) とはその傾向がよく似ているが，後者の方は照度及び時刻による影響が少い。即ち明暗順応の状態を示すものとしては錐体の方が色素層より適しているように思われるので以後は錐体の位置について論ずることとする。

Fig. 3 に於て 0.04 Lux のものは他の二者より暗順応の程度は弱く，22 時 30 分〜0 時 30 分の実験で最も著しい暗順応を示す。又この折線から 22 時 30 分より

24 時頃までの間即ち前半夜には 60% 程度の値を示し，後半夜にはこれよりも明順応に近づくと見ることが出来る。

0.01 Lux の場合は大体 0.04 Lux のものに並行するが前半夜に於ては暗黒の場合と差が全く認められなく，後半夜に至つて始めて約 60% の値に近づく，暗黒の場合は2時30分まで大体 33～38% で一定と見ることが出来，明け方になると暗黒にいるにかかわらず約 50% まで上昇する。

一方 WELSH & OSBORN (1937) によれば或る一定以上の明るさに魚を置いた場合には錐体の位置は時刻により変らないと云われている。著者の実験ではスズキに於て昼間室内分散光で 86.8～90.0% 平均 88.7% であつた。又夜間暗黒中に於ける最も著しい暗順応は第3図より約 33% であるのでこの二つの平均値即ち約 60% を明暗順応移行状態と見ることが出来るであろう。そうすると巨視的に見ればスズキは前半夜に於ては 0.04 Lux 程度で，後半夜に於ては 0.01 Lux 程度で錐体は明暗順応移行状態を示すと云うことが出来る。

結　果—コ　イ

夏期水温が 25～26°C の場合のコイ錐体の位置と照度と時刻の関係は Fig. 5 の通りで，これはスズキの場合 (Fig. 3) と非常によく似たグラフである。但しコイの場合は 0.0005 Lux 及び 0.00006 Lux にて実験した。全くスズキと同様に 0.0005 Lux にて前半夜に明暗順応の移行状態を示し，後半夜には 0.00006 Lux 以下の非常に暗い照度にて移行状態を示すということが出来る。

冬期の水温 13～16°C の場合の結果は Fig. 6 に示す通りで錐体の移動は高水温時に比較して小さく不明瞭である。

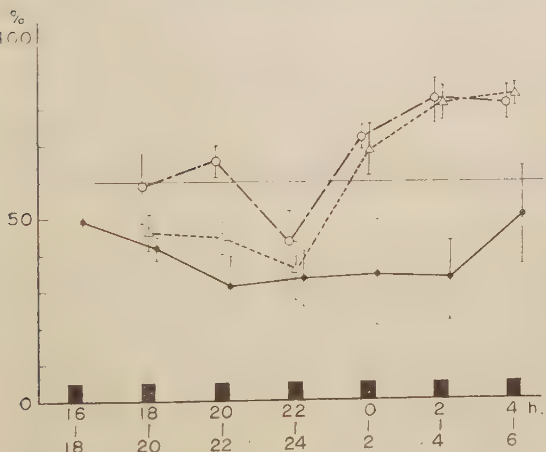


Fig. 5. The relation between the average position of cones and the time, in the complete darkness (-•-), and in the illuminations of 0.00006 Lux (···▵···) and of 0.0005 Lux (-•-○-•-). *Cyprinus carpio*, water temperature 25–26°C. The length of the vertical line at each point shows the 0.95 fiducial interval.

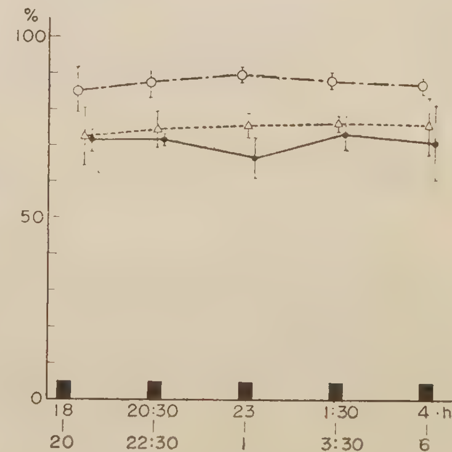


Fig. 6. See the explanation of Fig. 4. *Cyprinus carpio*, water temperature 13–16°C.

考　　察

KAWAMOTO & KONISHI (1955)[7] はメジナを暗室中の水槽に入れ，水槽の一部を照明した場合の灯に魚が集まる率を測定して次の如き結果を得ている。即ち 15～18 時には最も明るい所によく集まり，24時頃にはそれよりも暗い所によく集まるという。この結果より同じ暗黒中に於ても網膜が比較的明順応に近い状態を示していると思われる時刻即ち昼間には明るい所に集まり，暗順応を示していると思われる時刻即ち夜間には

うす暗い所に集まると見ることが出来るであろう。

スズキ及びコイに於ては Figs. 3, 5 に示す如く前半夜に於て各照度の下で後半夜より著しい暗順応の状態を示していた。先の KAWAMOTO 等の研究と考え合せてこのような事が一般集魚灯漁業に於て前半夜の方が後半夜よりも漁獲が多いと云う一つの原因であるかも知れない。

又ある照度で明暗順応移行を示すということは既にその照度で錐体が移動し始めていることを示すもので何等かの形で錐体が反応していることである。この照度がコイはスズキより著しく低いということはコイの網膜の方がスズキのものよりも僅かな光に感ずるということであろう。このような照度を魚種により比較することによりある意味での網膜の感光度を比較することも可能であると考える。

明暗弁別の第一次的因子である網膜の感光度と錐体移動現象とは平行するという証明はないのであるがここでは一応平行するものと仮定したわけである。

一般ににごつた水に棲み余り形態視覚，運動視覚が発達していないと考えられるコイの網膜が，明るい所に棲み形態視覚，運動視覚のすぐれたスズキの網膜よりも感光度がすぐれていると考えることは余り無理がないことではあるまいか。

コイ，及びスズキに於て錐体の活動電位が飽和する照度を比較して見ると（近日中に本誌に投稿予定），コイの方がスズキより非常に低照度で飽和に達する。このこともコイの網膜の感光度がすぐれていることを示すものである。

要　　約

1) スズキ及びコイを極めて弱い照度のもとに置いた場合その網膜は前半夜の方が後半夜よりも著しい暗順応を示し，スズキでは前半夜に約 0.04 Lux 後半夜には約 0.01 Lux にて，コイでは前半夜に約 0.0005 Lux 後半夜には 0.00006 Lux 以下にて夫々明暗順応の移行状態を示す。

2) このような事が集魚灯漁業に於て前半夜の方が一般に後半夜よりも漁獲高が多い一つの原因であると考えられる。

3) 上に示した如く明暗順応移行状態を示す照度がスズキよりもコイの場合の方が著しく低い。これはコイの網膜の方がスズキのものよりも僅かな光に反応することを示すものではあるまいか。

文　　献

1) K. von Frisch : *Z. vergl. Physiol.*, **2**, 393—452 (1925).
2) W. Wunder : *ibid.*, **3**, 595—614 (1926).
3) G. Brunner : *ibid.*, **21**, 296 -316 (1934).
4) J. H. Welsh & C. M. Osborn : *J. comp. Neurol.*, **66**, 349—359 (1937).
5) H. Wigger : *Z. vergl. Physiol.*, **28**, 421—427 (1941).
6) H. Müller : *ibid.*, **37**, 1—18 (1954).
7) N. Y. Kawamoto & J. Konishi : *Report of Faculty of Fisheries, Prefectural University of Mie*, **2**, 7—17 (1955).

アコヤガイ及びイケチョウガイの生化学的研究—III. イケチョウガイ各器官の Ca^{45} 集積及び排出*

堀 口 吉 重
（三重県立大学水産学部）

Biochemical Studies on *Pteria* (*Pinctada*) *martensi* (DUNKER) and *Hyriopsis schlegeli* (MARTENS)—III. Accumulation and Disappearance of Ca^{45} in Various Organs of *Hyriopsis schlegeli* (MARTENS)

Yoshishige HORIGUCHI

To clarify the mechanism of the shell and pearl formations, the author investigated the metabolism of Ca in *Hyriopsis schlegeli* (MARTENS) by using Ca^{45} as a tracer.

The accumulation and the disappearance of Ca^{45} in various organs of *Hyriopsis schlegeli* (MARTENS) are shown in Table 1, 2, 3, 4, 5 and 6.

From the results, it was found that the greater part of the absorbed Ca^{45} is concentrated in the gill and the gill predominates in the organs as to the disappearance of Ca^{45}.

Furthermore, it was presumed that the mantle, receiving Ca^{45} from other organs (perhaps, the gill), precipitates it to the shell.

Turn over rate of the mantle of *Hyriopsis schlegeli* (MARTENS) was about same level as that of *Anodonta lauta* MARTENS and about one-fifth of *Crassostrea virginica*.

先に著者はイケチョウガイ各器官の Ca^{45} 集積及び排出量について報告[1]したが，前回の実験に用いた Ca^{45} 培養液は粗製品のため比放射能が低く約 1,500 mg/l の Ca を含んでいたので貝は実験中衰弱し7時間以上の培養は続けられなかつた。今回は比較的純粋な Ca^{45} を入手したので可成り自然に近い条件下で実験を行うことが出来た。培養液は Ca 含量 11 mg/l の $Ca^{45}Cl_2$ 溶液を用い，120 時間培養しても外観上特別の異状は認められなかつた。イケチョウガイの Ca^{45} 代謝量は実験条件を変えたため一部は前回と異る結果が得られ，又長時間の場合の代謝結果が得られたので再びイケチョウガイの Ca 代謝について報告する。尚，Ca^{45} を追跡子として用いた貝類の Ca 代謝に関する研究は数種の貝について報告されている[2),3),4),5),6),7)]ので，それらの貝類とイケチョウガイの Ca 代謝結果について比較検討した。

材 料 と 方 法

試料貝…琵琶湖産イケチョウガイ（100～200 g）を用い，三重県立大学水産学部構内の溜池に入れて，10—20 日間の予備飼育を施した，実験は 1955 年6月6日より8月1日の間に行つた。

培養液…米国，Oak Ridge National Laboratory 製の $Ca^{45}Cl_2$ を池水にて約 10,000 倍に稀釈した。培養液は pH 7.1～7.2, 2,000 ± 50 cpm/ml，Ca 含量は 11 mg/l で培養液 5 l に対しイケチョウガイ 2～4 個を入れ止水培養した。

吸収実験…水温 18～20°C 及び 24～25°C の Ca^{45} 培養液中で 1, 5, 8, 20, 40 及び 120 時間吸収させた

1957 年 1 月 5 日受理
* 本報告の一部は 1955 年 11 月 2 日，日本水産学会に於いて講演した。

後，とり上げ水洗*せず直ちに外套膜，鰓，内臓等に3分し，濾紙で附着水を拭き去り，秤量，乾燥し550〜650°C で灰化した。灰分の一部は柳沢法[8]により Ca を比色定量した。

排出実験

A…水温 18〜20°C で 20 時間 Ca^{45} を吸収させた貝（吸収が略平衡に達する）を Ca^{45} を含まない流水中に 1, 5, 20, 44, 150 及び 750 時間おいて Ca^{45} を排出せしめた後，吸収実験と同様に処理して灰化した。

B…水温 24〜25°C で 20 時間 Ca^{45} を吸収させた貝を外套膜，鰓，内臓等に3分し，切り離した各器官を Ca^{45} を含まない流水中におき 1,5, 23 及び 30 時間 Ca^{45} を排出させた後，灰化して残存する Ca^{45} 量を測定した。

放射能測定方法…使用した Geiger Mueller counter は科学研究所製の B2 L1 型で窓の厚さは 2 mg/cm² である。乾燥した灰分 5 mg 前後を出来るだけ同様の幾何学的条件下におき，試料をマイカより 1 cm 離して2〜5 分間測定し，2〜4 回の平均値をとり，これを予め作製した自己吸収曲線に従つて補正した。

結果と考察

測定結果は各測定点につき2個の貝より得られた平均値を示し，一連の実験において特に異状と思われる数値については更に2個の貝を用い追試した。

1. イケチョウガイ各器官の Ca^{45} 集積

イケチョウガイの Ca^{45} 集積結果は Table 1, 2 に示した。Ca^{45} 集積値が平衡に達するには鰓，内臓で約

Table 1. Rate of accumulation of Ca^{45} in each organ of *Hyriopsis schlegeli* (MARTENS) immersed in radioactive pond water

Time immersed (hr.) \ Organ	Mantle			Viscera			Gill		
	wt. of wet matter (g.)	amount of Ca^{45} accumulated: cpm	s.a.*	wt. of wet matter (g.)	amount of Ca^{45} accumulated: cpm	s.a.*	wt. of wet matter (g.)	amount of Ca^{45} accumulated: cpm	s.a.*
1	3.517	3,600	421	8.442	3,608	144	2.253	7,105	230
5	4.509	20,325	1,855	10.716	28,860	904	3.126	46,827	1,092
8	6.373	37,944	2,450	11.201	55,800	1,672	2.873	209.536	5,314
20	5.467	50,240	4,782	12.887	74,500	1,940	2.715	467,200	12,452
40	4.734	67,155	5,838	8.810	35,000	1,333	2.572	373,684	10,590
120	4.050	67,500	6,858	7.970	46,870	1,973	2.290	273,600	8,708

* s.a. was calculated by the following formula,
s.a. = c × 1/Ca mg. in the sample c = corrected cpm

Table 2. Effect of water temperature on the accumulation of Ca^{45} in each organ of *Hyriopsis schlegeli* (MARTENS)

Temp. of water (°C)	Mantle		Viscera		Gill	
	wt. of wet matter (g.)	s.a.*	wt. of wet matter (g.)	s.a.*	wt. of wet matter (g.)	s.a.*
18〜20	5.467	4,782	12.887	1,940	2.715	12,542
24〜25	3.646	7,537	7.727	4,086	2.122	11,628

* Specific activities of the organs after the culture for 20 hr.

20 時間を要し，外套膜では約 40 時間を要した。各器官の Ca^{45} 集積量を新鮮物 1 g 当りで比較すると，鰓は 170,000 cpm，外套膜は 16,600 cpm，内臓等は 6,000 cpm であつた。又，各器官全体の Ca^{45} は鰓に約 72％，外套膜に約 16％，内臓等に約 12％ の割合で集積された。この結果より，イケチョウガイは環

* 水洗により組織表面の吸着 Ca^{45} と共に，組織内に吸収された Ca^{45} も一部除去される可能性があるので，単に組織表面に環境水と共に附着している Ca^{45} を濾紙で拭き去るにとどめた。

境水より Ca を吸収後，その大部分を鰓に集中することが明らかになつた。又 Ca^{45} 集積量と水温の関係を見るに，18〜25°C の範囲では鰓は水温による影響は少ないが，外套膜と内臓の Ca^{45} 量は高温になると増加する傾向が認められた。

2. イケチョウガイ各器官より Ca^{45} の排出

A. イケチョウガイの Ca^{45} 排出結果は Table 3 に示した。各器官の Ca^{45} の生物学的半減期は鰓において約5時間，外套膜約 40 時間，内臓等は約 43 時間であつた。鰓と内臓等では排出時間に略比例して Ca^{45} 残存量は減少したが，外套膜の Ca^{45} は排出初期に若干増加し，その後増減を繰返し乍ら減少した。排出初期において外套膜の Ca^{45} が増加するのは，初期において外套膜より排出される Ca^{45} 量にくらべ他の器官より外套膜に補給される Ca^{45} 量が多い為である。又，この特異性は外套膜が吸収 20 時間で Ca^{45} の集積量が未だ平衡に達せず，集積余力を持つことに関連性がありそうに思える。

Table 3. Rate of disappearance of Ca^{45} from each organ of *Hyriopsis schlegeli* (MARTENS) immersed in nonradioactive pond water

Organ / Time immersed (hr.)	Mantle			Viscera			Gill		
	wt. of wet matter (g.)	residual Ca^{45}		wt. of wet matter (g.)	residual Ca^{45}		wt. of wet matter (g.)	residual Ca^{45}	
		cpm	s. a.		cmp	s. a.		cpm	s. a
0	5.467	50,240	3,782	12.887	74,500	1,940	2.715	467,200	12,542
1	6.507	62,917	3,979	15.962	91,847	1.931	3.310	455,455	10.092
5	7.598	139,995	7,580	24.079	153,370	2,137	4.033	332,178	6,003
20	8.334	40,152	1,983	22.386	97,800	1,722	5.306	369,600	5,077
44	6.651	59,600	3,687	19.619	56,350	964	4.255	239,085	4,095
150	3.829	20,670	2,221	9.349	25,200	905	2.522	165,800	4,989
750	4.100	239	24	8.720	1,573	60	2.170	7,952	267

B 次にイケチョウガイに 20 時間 Ca^{45} を吸収させた後，外套膜，鰓，内臓等に切り離し，遊離した各器官を流水中に入れて Ca^{45} を排出させた結果を Table 4 に示した。先に外套膜は他の器官より Ca^{45} の補給を受けると推定したが，イケチョウガイに Ca^{45} を吸収させた後外套膜を切り離して Ca^{45} を排出させれば外套膜は他の器官より Ca^{45} の補給を受けないので Ca^{45} 量は直ちに減少する筈である。実験結果は予想の如く減少した。外套膜にくらべ遊離した鰓，内臓等は夫々の対照器官より排出速度は遅い。

Table 4. Rate of disappearance of Ca^{45} from isolated organ of *Hyriopsis schlegeli* (MARTENS) immersed in nonradioactive pond water

Organ / Time immersed (hr.)	Isolated mantle			Isolated viscera			Isolated gill		
	wt. of wet matter (g.)	residual Ca^{45}		wt. of wet matter (g.)	residual Ca^{55}		wt. of wet matter (g.)	residual Ca^{45}	
		cpm	s. a.		cpm	s. a.		cpm	s. a.
0	2.646	66,777	7,537	7.727	93,950	4,080	2.122	388,584	11,628
1	3.740	54,165	5,960	12.750	119,780	3,153	2.830	301,000	7,552
5	4.020	33,280	3,407	12.190	99,960	2,752	2.450	231,350	6,882
23	5.290	18,600	1,447	17.510	123,113	2,359	2.820	120,090	3,104
30	5.130	16,000	1,283	17.140	116,100	2,273	2.330	83,200	2,603

3. イケチョウガイ各器官の Ca 代謝量の計算

動物組織中の Ca^{45} の集積量が平衡に達するに要する時間及び環境水と組織中の Ca^{45} 比放射能を測定すれば，その期間中に組織にとり入れられた Ca 量を計算することが出来る。更に Ca^{45} の生物学的半減期が分れば一定期間に組織より排出される Ca 量が求められる。

貝類の Ca 代謝量の計算については JODREY[4] はカキ *Crassostrea virginica* の外套膜，浅野等[7] はヌマ

Table 5. Renewal of Ca in each organ of *Hyriopsis schlegeli* (Martens)

Organ	s. a. *	Percentage of Ca renewed (%) **	Total calcium in 1 g. wet organ (mg.)	Ca weight to be renewed in 1 g. wet organ until the equilibrium (mg.)
Mantle	4,782	2.63	2.43	0.0639
Viscera	1,940	1.07	2.98	0.0319
Gill	12,540	6.90	13.72	0.9467

Remarks ; * Specific activity of the organ after the culture (20 hr.)
** Percentage of Ca renewed, obtained by dividing s.a. of the organs by s.a. (181,180) of the radioactive pond water.

Table 6. Turn over of Ca in each organ of *Hyriopsis schlegeli* (Martens)

Organ	Half time	Turn over time (half time/0.693)	Total calcium in 1 g. wet organ until the equilibrium (mg.)	Turn over rate (mg./hr./1 g. wet organ)
Mantle	40(4)	57.7(5.8)	0.0693	0.0012(0.01195)
Viscera	43(30>)	62.0	0.0319	0.00051
Gill	5(9)	7.2(13.0)	0.9467	0.13149(0.07282)

Remarks ; The figures in parentheses are obtained from the isolated organs.

ガイ *Anodonta lauta* Maatens を用いて報告しているので，これらの計算方法に準じてイケチョウガイの代謝量を計算し Table 5, 6 を得た。組織中の Ca はその代謝速度より，比較的速かに置換される活性 Ca と，置換され難い不活性 Ca に分けられるが，外套膜より排出される Ca は大部分が貝殻に沈着すると考えられているので，貝殻形成力は外套膜の活性 Ca の量と代謝速度に密接な関係を有する。

Jodrey によればカキの mantle-shell preparation の外套膜周縁は新鮮物 1 g 当り 0.95 mg の Ca を含み，その中 2.4％が活性 Ca である。その生物学的半減期は 16.5 分であることより，1 g 当り 1 時間に 0.06 mg の Ca が排出されると計算した。浅野等はヌマガイの外套膜周縁は 1 g 当り 3.3 mg の Ca を含み，その中 1.12％ が活性 Ca であるが，生物学的半減期（32 時間）が長いので 0.0008 mg の Ca が排出されるに過ぎないと報告している。イケチョウガイの外套膜は 1 g 当り 2.43 mg の Ca を含み，その中 2.63％ が活性で生物学的半減期を 40 時間（Ca^{45} 含量の最も多い排出 5 時間を原点として計算した）とすれば，0.0012 mg の Ca が排出され，ヌマガイと略同水準にある。

更に Jodrey は同実験中，カキの外套膜は 1 日 1.34 mg の Ca を排出するが，貝殻には 1.27 mg の Ca が沈着することより，外套膜より排出された Ca の大部分が貝殻形成に利用されると推定している。一方，浅野等はヌマガイ（肉質 11.7 g，貝殻 12.9 g）の外套膜は 1 日に 0.036 mg の Ca を排出するが，貝殻（排出実験と異る比放射能の培養液に飼育したヌマガイで貝殻は 7.02 g）には 1 日 0.80 mg の Ca が沈着したと報告しており，両者の実験条件は異なるが外套膜より排出される Ca 量に比べ貝殻に沈着する Ca 量が多い。

著者はこれら 2 つの実験結果に差異を生じた一原因として次の如く推定した。生物学的半減期を測定中，カキでは鰓，内臓を除去した mantle-shell preparation を用いるために他の器官より外套膜に Ca^{45} が補給されない。一方，ヌマガイでは軟体部全体を用いるので他の器官より外套膜に Ca^{45} が補給され排出をはじめる前に含まれていた Ca^{45} 量の 1/2 が排出されても外套膜の残存 Ca^{45} 量は半減しない。従つて，ヌマガイの外套膜の Ca^{45} 排出量は前記の計算量より更に多量の Ca^{45} が排出される筈であり，外套膜より排出する Ca^{45} 量と殻に沈着する Ca^{45} 量の差はもつと小さくなることが期待される。例えば，イケチョウガイの外套膜の半減期は軟体部全体を使用した場合は約 40 時間であるが，切り離した外套膜（他の器官より Ca^{45} は補給されない）では約 4 時間である。又切り離したイケチョウガイの外套膜は 1 g 当り 1 時間に 0.01195mg のCa を排出するが，この量は軟体部そのまゝを用いた場合の外套膜にくらべ約 10 倍であり，カキの mantle-shell preparation の外套膜周縁の約 1/5 に達する。

イケチョウガイの鰓 1 g は 1 時間に 0.1315 mg の Ca を排出し切り離した外套膜にくらべ約 11 倍の活

性を示した。鰓より排出される Ca の中貝殻形成に利用される Ca の比率は不明であるが，環境水に排出される Ca の他に一部は外套膜に送られ貝殻形成に利用されると考えられる。

摘　　　要

1） Ca^{45} を追跡子として用い，イケチョウガイ各器官の Ca 代謝量を測定した。培養液は pH 7.1～7.2 Ca 含量 11.0 mg/l，2,000±50 cpm/ml の Ca^{45} 溶液を用い水温 18～25°C で止水培養し次の結果を得た。

2） 20 時間吸収では吸収された Ca^{45} の分布は鰓に約 72％，外套膜に 16％，内臓等に 12％，であつた。又新鮮物 1 g 当り鰓では 0.95 mg，外套膜では 0.06 mg，内臓等では 0.03 mg の Ca が集積された。又 Ca^{45} の排出は鰓で最も活発に行われた。これらの結果より鰓は Ca の集積及び排出上最も重要な器官であると推定した。

3） Ca^{45} の生物学的半減期は鰓約 5 時間，外套膜約 40 時間，内臓等は約 43 時間であるが，切り離された各器官では夫々約 9 時間，約 4 時間，30 時間以上であつた。切り離された外套膜の半減期が著しく短くなることより，他の器官から外套膜に Ca^{45} が補給されると推定した。

4） イケチョウガイの外套膜は 1 g 当り 1 時間に 0.0012 mg の Ca を排出した。これはヌマガイの外套膜と略同等の代謝量である。又イケチョウガイの切り離された外套膜は 0.01195 mg の Ca を排出した。これは切り離したカキの外套膜周縁の約 1.5 倍に相当する。

終りに臨み本研究に対し終始懇篤な御指導を賜つた三宅正人教授に謹んで感謝の意を表する。

文　　　献

1） 堀口吉重，三宅正人，吉井義一，岡田弥一郎：本誌 **20**，101—106（1954）.
2） G. Bevelander : *Biol. Bull.*, **104**, 389—407 (1953).
3） K. M. Wilbur and L. H. Jodrey : *Biol. Bull.*, **103**, 269—276 (1952).
4） L. H. Jodrey : *Biol. Bull.*, **104**, 398—407 (1953).
5） 田中正三，波多野博行，喜安林三，高木豊：日化，**76**，602—605（1955）.
6） Y. Okada, T. Tsujii, N. Watabe and G. Yoshii : *Rep. Fish. Univ. Mie*, **2**, 199—204 (1956).
7） M. Asano, M. Ito and T. Kumagai : *Tohoku J. Agr. Research*, **6**, 341—360 (1956).
8） 柳沢文正：“カルシウム及びマグネシウム新定量法と代謝”，文光堂　東京（1955），pp. 4—8.

魚類血液の生化学的研究—VIII.
血清蛋白質の電気泳動的特性について（TISELIUS 法）*

斎藤 要
（鹿児島大学水産学部）

Biochemical Studies on the Fish Blood—VIII.
On the Electrophoretic Specificity of Serum Proteins

Kaname SAITO

By examining the electrophoretic patterns of some fish serum protein obtained under almost the same condition, the author ascertained the following fact that the specificity, in quantity as well in quality, of the serum protein composition was more or less conspicuous corresponding to their classification of species or to the habitual environment.

(1) In cases of fresh-water teleosts such as, *Cyprinus carpio*, and *Carassius auratus*, component I which might correspond, in its mobility, to the human serum albumin is most rich amoung the serum proteins, while in cases of marine teleosts, *Chrysophrys major*, *Trachurus japonicus*, *Decapterus muroadsi*, *Coryphaena hippurus*, *Scomber tapeinocephalus*, *Thunnus thynnus*, the presence of the component-f, with the higher mobility than albumin, is apparent, in addition to the component I. The component-f is apt to appear most abundantly among the serum proteins.

On the other hand. in the serum proteins of the marine elasmobranchs, *Squalus mitsukurii*, *Mustelus griseus*, there is no detectable amount of the component I to say nothing of the component-f, but the component II and IV+IV′, which correspond maybe to the human serum globulins, are contained in comparatively large amounts.

(2) Generally, in cases of teleosts, the concentration of the component, which corresponds to the γ-globulin of human serum, is far less than the control serum (human and rabbit), but in cases of the shark serum the the extraordinarily high concentration of this fraction is found.

(3) The albumin/globulin ratio of the serum protein in cases of marine teleosts is higher than that of the control serum. By using the salt fractionation method it was ascertained that the mackerel serum protein was composed mostly of the albumin fraction, while in the shark's contrarily, most of them were composed of globulin fractions.

(4) The use ef the refractometry as the measuring means of shark serum protein cencentration was proved to be inadequate.

著者はさきに，硬骨魚と軟骨魚とでは血漿中の蛋白質量に著しい相違のあることを報告[1]したが，更に血漿又は血清の生化学的特性を良く理解するためには，その主成分をなす蛋白質の分別的研究も重要と考えられる。最近，蛋白質の理化学的研究の進歩によって該蛋白質の分析法は著しく進展し，特に TISELIUS 法は化学的操作を加えない再現性のある方法として一般に用いられている。この TISELIUS 法による，血清蛋白質に関する研究は多数あるが，魚類を主体とした報告は著者の調べ得た限りではみあたらなく，僅に DEUTSH & GOODLOE[2]，DEUTSH & McSHAN[3] 及び MOORE[4] 等が各種陸棲脊椎動物と共に淡水産のマス，ナマズ及びコイ等について，該蛋白質の分析結果を報告しているに過ぎない。そこでこれらの淡水魚とは棲息環境並に分類学上の位置を異にする海産の硬骨魚及び軟骨魚を主体とし，比較生化学的見地より，血清蛋白質の電気泳動的性質を検討したところ，若干の系統的特性が認められたので報告する。

1956 年 8 月 18 日受理
* 1955 年 4 月 日本水産学会年会にて一部発表。

実 験 の 部

実験材料

魚種: 実験に供した魚類は 12 種である。即ち海産硬骨魚に属するものとしてはマダイ *Chrysophrys major* (560〜710 g), マアジ *Trachurus japonicus* (410〜550 g), ムロアジ *Decapterus muroadsi* (570〜620 g), シイラ *Coryphaena hippurus* (950〜1130 g), ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus* (700〜970 g), マグロ *Thunnus thynnus* (幼魚, 2510〜3240 g) 及びタチウオ *Trichiurus lepturus* (1250〜1330 g) の7種, 又海産軟骨魚としてはツノザメ *Squalus mitsukurii* (3040〜4150 g), シロザメ *Mustelus griseus* (2280〜3510 g) 及びアカエイ *Dasyatis akajei* (3830g) の3種, 更に淡水産硬骨魚としてはフナ *Carassius auratus* (270〜350g) 及びコイ *Cyprinus carpio* (360〜390g) の2種を使用した。

採集時期: 供試魚は何れも 1954 年より 1956 年に亘る3月から5月の間に採集したものである。

採水場所及び水温: 供試海産魚は鹿児島県佐多岬の南方海域において釣獲したもので, 漁獲時の水温は表層で 17〜20°C, 100 米層で 14〜15°C を示した。又供試淡水魚は鹿児島市内の養魚場より同時期に求めたもので, 当時の水温は 13〜17°C であつた。

血清の分離: 同種の供試魚には出来得る限り, 環境及び生理的条件の同一のものを選び, その心臓より採血した血液を氷蔵庫 (4〜6°C) 中に約6時間放置した後に遠心分離 (3000 r. p. m., 3分間) して得られる血清を使用した。既に報告[5]した如く魚類の赤血球は人間等のものに比べて, 一般に溶血し易いため分離した血清が Hemoglobin によつて着色することが多い。又その血清にも, 人血清の Lipaemia に類似した溷濁現象が屢々みられた。このような血清では, 一般に α 或は β-Globulin 区分の泳動峰が増大する傾向も認められたので, 分析値に少なからぬ影響を与えると思われる程度に, 溶血又は溷濁した血清は除外し, なお対照として人間及び家兎の血清をも同時に使用した。

実験方法

使用装置と泳動条件: 供試血清の電気泳動には日立製 Tiselius 装置 (HT-B 型) を用い, 電気泳動研究会の標準法[6]に準拠した条件で実験を行つた。その大要は次記の如くである。即ち試料を M/10 燐酸塩緩衝液 (M/10 KH_2PO_4 1容と M/10 Na_2HPO_4 16 容の混合液, pH=8.0, $\mu=0.28$) で稀釈してから, セロファン紙嚢 (No. 400) に入れ, 40 倍容の M/20 同緩衝液に対して約 4°C で20時間透析し, 透析後の血清蛋白質終濃度が 1.6〜1.8 g/dl になるようにした。以下常法の如く試料を U-Cell に入れ, 泳動温度を 10 °C (易動度測定の場合は 2°C) に保ち, 電位勾配, dE/dx 5.5〜6.0 volts/cm の条件で所定時間毎に泳動図を撮影した。

蛋白計使用の吟味: 我国では一般に泳動前の血清蛋白質濃度を簡易な屈折法 (日立製蛋白計, PRP-B 型)[7,8]によつて測定している。著者も本実験において同法の使用を試みたところ, サメ類の血清では異常な蛋白質を示す事実を認めた。即ち Table 3 に併記した如く, 硬骨魚に属するサバ及びアジ等の血清では蛋白計値と Micro-Kjeldahl 値間に大差はないが, サメ類では前者が後者の約 1.5 倍の値を示した。しかし透析処理をしたサメ類の血清では, このような差は殆んど認められないことより, この場合の異常屈折の現象は, 該魚の原血清中に特異的に多く含まれる低分子窒素化合物 (主として尿素及び Trimethylamine oxide) の存在に起因すると思われる (詳細は別報の予定)。

以上述べた如く, 人血清と異なる成分組成を有する試料では, 蛋白計による測定は正確を期し難い場合もあるから, 本実験では供試原血清の蛋白質量はすべて Micro-Kjeldahl 法によつて測定した。

実 験 結 果

泳動図: 前述の泳動条件下における供試血清の泳動過程を観察すると, 一般に泳動時間 30 分では各成分蛋白質の分離は不充分で, 約 40 分後より良好となる。次に泳動後 50 分 (上昇脚) 及び 55 分 (下降脚) に常法の如く撮影した供試血清の代表的な泳動図を Fig. 1 に示した。

この結果によれば, 魚種により血清蛋白質の泳動図にかなりの相違が認められ, 又同一血清でも上昇脚と下降脚とでは濃度勾配曲線の形が異なり両者間に鏡像的関係はみられない。一般に上昇脚は下降脚よりも各

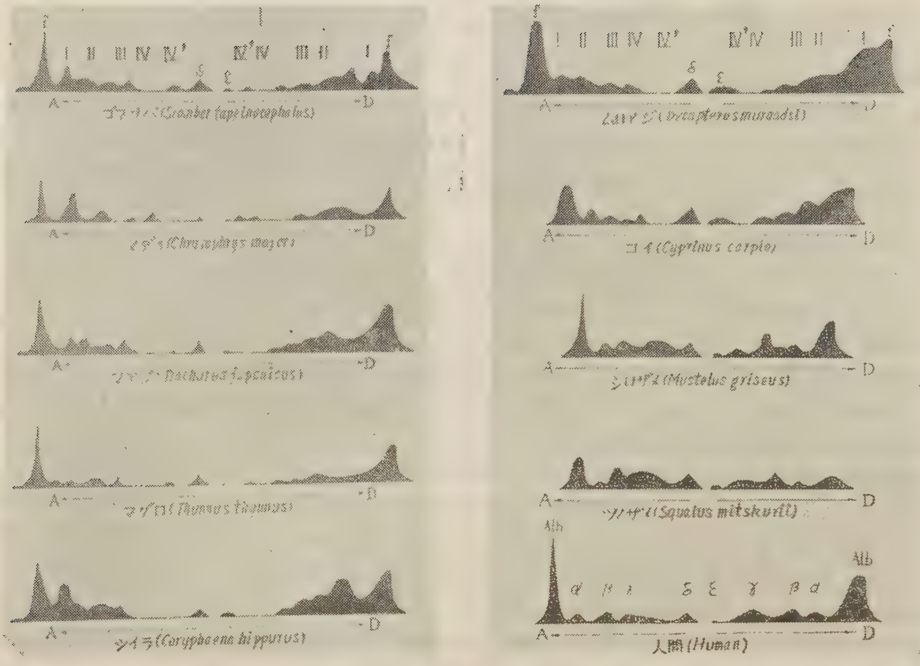


Fig. 1. Electrophoretic diagradiagrams of serum proteins of various fishes. Phosphate buffer pH 7.8, μ 0.14. dE/dx 5.5〜6.0 volts/cm., duration of electrophoresis 3000 sec. (ascending limb), 3300 sec. (descending limb). temp. 10°C, protein concentration 1.6〜1.8 g./dl.

成分の泳動速度が大きく，且つその分離能も良好であるが，サメ類の血清では両脚の分離能に余り差はないようである。

なお本法は同時に併用した濾紙泳動法に比べて各成分の分離精度が良く，特に泳動峰の境界面は明瞭であった[9]（第Ⅸ報参照）。

血清蛋白質の分類：一般に哺乳動物の血清蛋白質は，その易動度によつて Albumin と α, β, γ–Globulin の各成分に分けられているが，本泳動条件下においても人間及び家兎の該蛋白質は，これらの四区分に分離することが認められる（Table 1 参照）。ところで魚類の血清蛋白質と哺乳動物のものとの同定については不明の点が多く，又同一試料でも上昇脚にあらわれる泳動峰の数と下降脚の数とは必ずしも一致しない場合がある（Fig. 1 参照）。元来泳動分析に伴う一つの制約として，我る成分の量的変化から，そこに含まれる質的な変化の内容を知ることは出来ないため，泳動的に均一な区分がみられたとしても，それが化学的にも単一な成分とは限らない。従つて泳動峰の数と蛋白質組成との関係については現在もなお種々議論されており，その数から試料中の詳細な成分数を云々するには，他の純度基準による結果と組み合せて検討する必要があると思う。著者も条件によつては通常一つであるべき泳動峰が分れたり，或は他の峰と融合したりすることを屢々認めている。このような見地より，本実験では必ずしも泳動峰の数にとらわれることなく，易動度の近似値的な成分を一群として f，Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳ 及び Ⅳ′ の各区分に大別した。なお易動度よりは人血清の γ–Globulin 区分に包含し得るとも思われる成分が，魚類特にサメ類の血清では二つの独立峰として区別し得る場合が多いので，この区分を Ⅳ と Ⅳ′ に分けた（Fig. 1 参照）。

易動度：次式によつて求めた供試血清の各区分の易動度並に人間の血清 Albumin の移動量を 100 として求めた相対易動度を各々 Table 1 と 2 に示した。

$$\text{易動度}\ (\text{cm}^2/\text{sec. volt}) = \frac{\text{移動量 (cm)}}{\text{泳動時間 (sec.)}} \Big/ \frac{\text{電流 (amp.)}}{\text{比伝導度}\ (\mho/\text{cm}) \times \text{セル断面積}\ (\text{cm}^2)}$$

Table 1. Mobilities of serum proteins of various fishes

Species		Component					
		f	I	II	III	IV	IV′
シロザメ	*Mustelus griseus*			5.6	4.2	3.3	1.3
マアジ	*Trachurus japonicus*	8.1	6.6	5.2	4.0		1.2
ゴマサバ	*Scomber tapeinocephalus*	8.0	6.9	5.2	3.9		1.3
コイ	*Cyprinus carpio*		6.4	5.4	3.7	2.4	
Control (Human)			Alb.	α	β	γ	
			6.6	5.3	3.8	1.5	

All mobilities are expressed as 1×10^{-5} sq. cm. per volt per second.

Table 2. Electrophoretic analyses of serum proteins of various fishes

Species		No. of serum examined	Component						Alb. / Glob. *
			f	I	II	III	IV	IV′	
Marine elasmobranch									
シロザメ	*Mustelus griseus*	5			35.9 83.5	11.1 63.7	19.4 48.9	33.6 17.9	
ツノザメ	*Squalus mitsukurii*	10			33.3 84.0	7.2 67.3	24.6 46.2	34.9 18.4	
Marine teleost									
マダイ	*Chrysophrys major*	2	34.8 120.4	37.0 96.1	18.4 75.5	4.7 54.9	5.1 34.6		2.5
マアジ	*Trachurus japonicus*	7	48.1 120.0	15.3 98.7	24.4 79.0	10.6 59.8		1.6 18.3	1.7
ムロアジ	*Decapterus muroadsi*	6	57.2 118.7	12.6 98.5	17.1 83.4	7.7 62.3	5.4 46.4		2.3
シイラ	*Coryphaena hippurus*	5	41.5 120.3	23.2 102.3	26.6 77.3	8.7 58.5			1.8
ゴマサバ	*Scomber tapeinocephalus*	12	47.4 118.6	20.2 102.3	22.1 79.4	8.3 54.3		2.0 17.1	2.0
マグロ	*Thunnus thynnus***	3	55.3 122.4	16.2 101.5	19.4 78.9	7.9 59.1		2.2 16.6	2.5
Fresh-water teleost									
コイ	*Cyprinus carpio*	14		55.7 96.0	16.2 77.9	20.5 56.3	7.6 36.9		1.3
フナ	*Carassius auratus*	4		53.4 99.5	17.0 78.3	25.5 58.1	4.1 39.2		1.2
				Alub.	α	β		γ	
Control	(Human)	8		56.8 100.0	7.1 79.2	13.6 60.5		22.5 21.5	1.3
	(Rabbit)	4		59.2 102.4	9.7 76.6	14.8 62.3		21.3 21.8	1.5

For each component, the values for the first reading are given in per cent of total protein : for the second reading in relative mobility.

* The f component has been considered as albumin in calculating the albumin-glioublin ratios. ** Immature fishes.

この結果によれば供試魚の血清蛋白質における区分 I，II 及び III は各々対照血清（人間及び家兎の血清）の Albumin, α 及び β-Globulin と近似値的な易動度を示す成分であることがわかる。次に Table 1 及び

の結果に基き，各魚種間の血清蛋白質組成における質的特性についてみると，区分 f（人間の血清 Albumin より易動度の高い成分）は対照動物及び供試淡水産硬骨魚（コイ及びフナ）の血清泳動図ではその存在を確認することは困難であつたが，海産硬骨魚に属するゴマサバ，マグロ，アジ及びマダイ等では大きな独立峰として明らかに認められた。この区分については人間，サル，ブタ及びニワトリ等の血清泳動図にも Albumin の基底近くに微量成分としてみられる場合のあることが報告[2,10]されている。又海産軟骨魚に属するシロザメとツノザメでは区分 f のみならず，その易動度からは Albumin に相当する区分 I もみられなかつた。即ちこれらの血清蛋白質には泳動的に Globulin 成分しか認められないのである。このような事実は濾紙泳動法によつても定性的な結果ではあるが認められている[9,11]。しかし同種のシロザメでも河口帯で捕獲した幼魚の血清蛋白質には区分 I の存在することを確めている（第XI報参照)。

なお，供試軟骨魚と硬骨魚とでは低易動度区分（IVとIV′）の組成も異なることが，Fig. 1，Table 1 及び 2 の結果から予測される。特に同時に併用した濾紙泳動法によるとサメ及びアカエイの血清に γ-Globulin よりも明らかに易動度が低く，時には陰極に移動する成分の存在することが認められた[9]。一方Connell[12]は軟骨魚の筋肉蛋白質に易動度の特に低い，陰極に移動する成分の存在することを報告している。これらの事実より血清蛋白質と組織蛋白質間には，組成的にも何等かの関連性のあり得ることが推察され，生化学的にも興味深い現象である。

濃度比: 供試血清の泳動図より Planimeter で求めた各区分の平均濃度比を Table 2 に示した。この結果によれば，魚種によつて濃度比にかなり相違が認められるのであるが，成長度とか採集時期の略々等しい同種の個体間では，その値は比較的一定であつた。次に各魚種間の血清蛋白質組成における量的特性についてみると，一般に淡水産硬骨魚に属するコイ及びフナでは対照血清と同様に Albumin に相当する区分 I が最区大濃度比を示している。これらに対し海産硬骨魚に属するゴマサバ，マグロ，アジ及びマジイ等の血清では分 f が最大濃度比を示す傾向がある。なお，これらの硬骨魚では対照血清に比べて，生体の免疫現象に関係のある γ-Globulin に相当する低易動度区分の濃度比が極めて小さく，時にはその存在が確認出来ぬ場合すらあつたことは注目すべき現象と思われる。更に海産軟骨魚に属するシロザメ及びツノザメの血清では区分 II とであるIV′の濃度比が大きい結果となつている。即ち供試軟骨魚では血清蛋白質の高低両易動度区分にわたつて質的にも又量的にも特性がみられるのである。

Albumin と Globulin の比: 供試血清の区分 f 及び I を，その易動度より Albumin とし，区分 II，III，IV 分び IV′ を Globulin として求めた両者の比（A/G）を Table 2 に併記した。この結果によれは，泳動的に Albumin 区分の認められなかつたサメ類は例外とし，一般に硬骨魚特に海産硬骨魚に属する魚種は対照動物に比べて血清の A/G 値が高い傾向がある。なお，易動度の大きい蛋白質ほど，一般に塩類溶液に対する溶解度の高いことが知られているので，次に代表的な魚種について塩析法[3]により A/G 値を求めてみた。その結果は Table 3 に示す如くである。

Table 3. Alubumin-globulin ratios of serum protein by salt fractionation method

Species		Average total protein (g./d*l*.)		Alb./Glov.
		Refractometry*	Micro-Kjejdahl	
シロザメ	*Mustelus griseus*	5.2	3.5	0.2
ツノザメ	*Squalus mitsukurii*	5.6	3.2	0.2
マアジ	*Trachurus japonicus*	6.6	6.1	3.0
ゴマサバ	*Scomber tapeinocephalus*	7.1	6.8	3.3
コイ	*Cyprinus carpio*	5.4	5.1	2.1
人間	(Human)	7.7	7.2	1.7

* HITACHI Hand Protein Refractometer (Form PRP-B)

この結果によればゴマサバとマアジでは血清蛋白質の大部分が Albumin 区分に属するのに対し，サメ類では逆に Globulin 区分が著しく多い傾向が認められる。しかし塩析値と泳動値とを比較すると，同一血清の場合でも両値は必ずしも一致しないことは明らかで，特に塩析法ではサメ類の血清にも Albumin 区分が少

量ながら存在する結果となつている。このような両分析値の相違は哺乳動物の血清を材料とした研究[10,14,15]においても認められ，一般に塩析法は泳動法に比べて Albumin 区分が高い値を示すのは，その区分に泳動法の α-Globulin を含むためと報告されている。従つて両分析値の相違は，両法の蛋白質分離能が必ずしも正確に対応するものではないことに起因すると考えられる。

考　　察

前述の如く内部環境と外部環境との滲透圧勾配が異なる供試魚間（淡水産硬骨魚，海産硬骨魚及び海産軟骨魚を意味する）では，その血清蛋白質組成にかなりの差異が認められたので，次にこれらについて若干の考察を試みた。

魚類の血液又は血清の物理化学的滲透圧（血液⊿値は淡水産硬骨魚：約 0.5，海産硬骨魚：0.68〜1.04，海産軟骨魚：約 2.3)[16] は必ずしも外部環境に適応した値を示さないから，魚類にとつては体滲透圧の維持調節作用は特に重要な問題と考えられる。この作用に関する従来の報告をみると，著者の調べ得た限りでは主として塩類又は尿素を対象とした，鰓及び腎臓の滲透圧調整機能にその説明を求めているようである[16,17,18,19]。勿論魚類に固有な特殊細胞の機能には重要な滲透圧的意義を有するものもあるが，著者は更にその生理的滲透現象を良く理解するために，血清蛋白質によるコロイド的滲透圧について考えてみた。一般に血清の示す物理化学的滲透圧は，そこに含まれる塩類量（軟骨魚は例外）に支配され，蛋白質は高濃度で存在するにも拘らず分子量が大きいため，該滲透圧に対しては実際上の影響は少ないと思う。しかし，この塩類量は脊椎動物間では略々一定（約 1 %）の値を示し[18]，しかも塩類は他の低分子化合物と共に通常，毛細血管壁に対して透過性である。従つて，生体の水分保持及び体液の交換作用は，主として各種体液間における蛋白質の濃度差とか，蛋白質の血管壁に対する難透過性等のために起る，血管内の流体静力学的圧並にコロイド的滲透圧の差に支配されると云われている。このような意味で，血液又は血清の生理的滲透圧を論ずる場合には，その蛋白質組成にも重要な意義があるとみて良いと思われる。次に供試海産硬骨魚では常識的に内部滲透圧（Δi）が外部滲透圧（Δe）よりも小さいため，水の体外えの逸散を防ぐと共に，それを体内に積極的に保持する機能が特に必要と考えられるが，これらの血清蛋白質には区分 I の他に区分 f が略々最大濃度比で認められた。又供試淡水産硬骨魚では Δi が Δe よりも大きいため，水が体内に入るのを促すので前者のように水を体内に保持する機能を発達させる必要はないと思われるが，これらの血清蛋白質には区分 f の存在が殆んど確認出来なかつた。更に海産軟骨魚は血清中に多量の低分子窒素化合物を含むために Δi は Δe よりも幾分大きく，その間の滲透圧勾配は魚類中で最も小さいと報告[16,18] されているが，これに属する供試魚の血清には区分 f のみならず区分 I もみられなかつた（軟骨魚に関する考察については別に第XI報で述べる）。即ち本実験の結果によれば，滲透圧勾配の異なる供試魚間では，主として血清蛋白質の高易度成分にかなりの特異性が認められるのである。ところで，人血清の高易動度成分である Albumin は血清蛋白質中で分子量（約 7 万，Globulin は平均約 30 万）が最も小さく，しかも水和性（水和量，約 40 %）の強い球状分子として，人体における水分と滲透圧の調整機能に関与し，特に血液の示すコロイド的滲透圧中その 80 %* は Albumin によつて保持されると報告されている[10,20,21,22]。勿論人間と魚類とでは同様に取扱い得ない諸要素があるにしても，易動度からは区分 I に相当する Albumin そのものは，対照動物にも又硬骨魚にも認められるのに対し，Albumin より易動度の大きい区分 f は，供試魚中では海産硬骨魚の血清にのみ特異的に多くみられることは，前述の意味において興味深い現象である。この区分の理化学的性質と生理的機能に関しては，現在のところ殆んど不明であるが，各研究者により Vor-Fraction 又は Präalbumin とも称せられ，人体では脳脊髄液の如き低蛋白質濃度の体液中にも存在することが報告されている[24,25,26]，このことは体液の蛋白質濃度とその組成による生理的滲透圧の調整機能に何等かの示唆を与えはしないだろうか。又区分 f の泳動的性質は Fig. 1，Table 1 及び 2 に示したが，その泳動過程を良く観察すると，泳動時間の経過に伴つて区分 I より別れて来るようにみえること並に血清を塩析処理した場合に区分 I と略々同様な沈澱挙動

* 平井氏等の報文[10] には "血液の有する滲透圧中その 80 % と……" あるので答合せたところ，同氏は米国に留学中で直接の返信は頂けなかつたが．Albumin の分子量と血清中の濃度より計算して，80 %はコロイド的滲透圧中の値を意味するものと解釈した。

を示すことなどより，一応血清蛋白質中では分子量が小さく，且つ水和性に富むコロイド的滲透圧の要素とみてよいと思われる。しかも供試海産硬骨魚の血清蛋白質では A/G 値が他の供試魚よりも大きく，且つ区分 f が略々最大の濃度比で存在することから，この区分は該魚にとつて貴重な水分を，体組織にみられる他の水分調整機能[18]と相俟つて，その水和性により体内に保持すると同時に，自由水の減少に伴う体滲透圧の増大作用にも関与すると云う可能性が考えられる。

この想定を実証するためには，区分 f を単に電気泳動的研究の対象に止めるだけでなく，更にその実際分離と，それに続く理化学的性質の解明にまで研究を進めると同時に，各種の生理，生態的条件下における該区分の消長を検討する必要がある。このような意味において，サケの如き淡水と海水間を移動する魚類は興味深い材料である。当地ではサケの入手が不可能なため未だ検討はしていないが，これらに関し，次に挙げる二，三の事項は幾分の参考資料となろう。サケは殆んど絶食状態で河川をのぼるが，サバの飼育魚を用いた実験では，魚体の栄養状態が悪くなると区分 f は減少することを認めている（第IX報参照)。

この事実は間接的であるがサケの場合にも何等かの示唆を与えるように思われる。又河口帯で捕獲したボラと外海で捕獲したものとでは，その血清泳動図（濾紙泳清法）の区分 f に消長のあることが定性的に屢々認められた。なお，入沢等[23]は魚類ではないが数種の節足動物の体液蛋白質を濾紙泳動法で検討した結果，海産のアカデガニ，フナムシ及びガザミの体液中には何れも Albumin より易動度の高い成分が認められたのに対し，陸棲のバッタ類にはこの成分はみられなかつたと報告[23]している。これらの結果よりも，区分 f は環境に対する生理的滲透圧効果の増大作用に関与する成分であろうと予測することは，必ずしも理由なき飛躍とは云いきれないようである。

以上要するに著者は魚類血清蛋白質の高易動度成分（主として区分 f）にみられた生物学的特性は，生理的滲透圧の維持調節作用とも関連ずけて，考慮されるべきことについて若干の考察を試みたのであるが，未だその実験的根拠は不充分で不備の点は免れ得ない。この点については該蛋白質の低易動度成分にみられた特性と共に今後なお追試する予定である。

要　　約

Tiselius 法により各種魚類血清蛋白質の電気泳動的性質を一定条件で検討したところ，対照とした人及び家兎の血清とは勿論，魚類間でも分類学上の位置（硬骨魚と軟骨魚）或は棲息環境（淡水と海水）によつて，その血清蛋白質組成に質的にも，又量的にも特性のあることを認めた。

1. 淡水産硬骨魚のコイ及びフナでは対照血清（人及び家兎の血清）と略々同様に易動度よりは Albumin に相当する区分 I が血清蛋白質中で最大濃度比を示すが，海産硬骨魚のマダイ，アジ，シイラ，ゴマサバ，マグロ等の血清には Albumin より更に易動度の大きい区分 f が明らかに認められ，しかもその区分が最大濃度比を示す傾向がある。ここれに対し海産軟骨魚のシロザメ及びツノザメの血清蛋白質には区分 f のみならず区分 I も殆んど認められず，易動度よりは Globulin 区分と思われる区分 II 及び IV′の濃度比が比較的高い値を示す。しかし河口附近で捕獲したシロザメの幼魚の血清には区分 f は認められないが，区分 I，並に区分 II より区分 I えの移行中間型とも考えられる成分が屢々認められた。

2. 硬骨魚に属する供試魚の血清蛋白質には人血清の γ-Globuliin に相当する区分（IV と IV′）の濃度比は対照血清より一般に極めて低く，時にはその確認に困難を感ずることもあつたが，サメ類の血清ではこの区分の濃度比が著しく高く，しかも硬骨魚とはその組成も質的に異なることが予測された。

3. 電気泳動法により求めた血清蛋白質の Albumin/Globulin 値は，サメ類を例外とし，一般にかなり異なることを明らかにした。海産硬骨魚に属する供試魚は対照動物に比べて高い傾向がみられ，又塩析法により，硬骨魚に属するものと軟骨魚に属するものとでは血清蛋白質中の Albumin 区分と Globulin 区分との量的割合がかなり異なることを明らかにした。

4. 供試海産軟骨魚の血清蛋白質濃度は硬骨魚に属するものに比べて著しく低いのであるが，その濃度を泳動法で常用される蛋白計（屈折法）で求めると異常に高い値を示す事実を認め，哺乳動物以外の血清では蛋白計の使用は特に吟味を要することを明らかにした。

以上述べた結果に基き，魚類の棲息環境に対する体滲透圧の維持調節作用と血清蛋白質組成とを関運づけ

て若干の考察を試みた。

終りに，本研究を行うに当り，御指導と御便宜を賜つた鹿児島大学医学部桝屋富一教授，城哲男教授並に本学部高田幸二教授と実験に協力された鹿児島県水産試験場上田忠男氏及び本学練習船の乗組員各位に深謝する。なお，生体のコロイド的滲透圧に関して御教示を賜つた，東京大学伝染病研究所曽良忠雄助教授，同医学部生化学教室東恵彦氏，富山大学工学部浅岡忠知教授及び京都大学化学研究所後藤廉平教授に心から謝意を表する。

文　献

1) 斎藤　要：日水会誌，**20**，196 (1954).

2) H. F. Deutsch and M. B. Goodloe: *J. Biol. Chem.*, **161**, 1 (1945).

3) H. E. Deutsch and W. H. McShan: *ibid.*, **180**, 219 (1949).

4) D. H. Moore: *ibid.*, **161**, 21 (1949).

5) 斎藤　要：日水会誌，**19**，1134 (1945).

6) 電気泳動研究会：生物物理化学，**2**，392 (1954).

7) 吉川春寿：日新医学，**34**，6 (1947).

8) 藤井暢三："生化学実験法定量篇" 10 版，南山堂，東京，(1955)，pp. 514.

9) 斎藤　要：日本水産学会年次大会で発表．於東京 (1955).

10) 平井秀松，島尾和男：生化学，**21**，54，109 (1949).

11) H. Irisawa and A. Funaisi Irisawa: *Sic.*, **120**, 849 (1954).

12) J. J. Connell: *Biochem. J.*, **55**, 378 (1953).

13) 斎藤正行："光電比色計による臨床化学検査" 南山堂，東京 (1952)，pp. 132.

14) V. P. Dole and E. Braun: *J. Clin. Invest.*, **23**, 708 (1944).

15) L. J. Zoldis and E. L. Alling: *J. Exp. Med.*, **81**, 515 (1945).

16) F. Vles: "Cours de Physique Biolgique" Vigot Frères Éditeurs, Paris (1927), pp. 113.

17) 川本信之："魚類の生理"，養賢堂，東京 (1935)，pp. 12

18) E. Baldwin: "An Introduction to Comparative Biochemistry" 3rd ed., Cambridge University Press., (1949), pp. 22.
E. Baldwin: "Dynamic Aspects of Biochemistry", Cambridge University Press., (1949), pp. 255.

19) 野村七録："生物物理化学"，共立社，東京 (1931)，pp. 112.

20) M. A. Lauffer: *Chem. Revs.*, **31**, 561 (1942).

21) G. S. Adair and M. E. Adair: *Proc. Roy. Soc.*, (London), A**190**, 341 (1947).

22) F. Wuhrman and C. Wunderly: "Die Bluteiweisskörper des Menschen", Benno Schwabe & Co., Basal, (1952), pp. 141.

23) 入沢　宏，入沢　彩：広島医学，**7**，436 (1954).

24) T. Bücher, D. Matzelt und D. Pette: Klin. Wochschr., **30**, 325 (1952).

25) H. Esser: Münch. med. Wochschr., **94**, 2316 (1952).

26) G. Gries, F. W. Aly und H. F. V. Olderschausten: Klin. Wochschr., **31**, 644 (1953).

魚類血液の生化学的研究—IX. 血清蛋白質の濾紙電気泳動法による分析について*

斎 藤 要
（鹿児島大学水産学部）

Biochemical Studies on the Fish Blood—IX. On the Paper Electrophoretic Analysis of Serum Proteins

Kaname SAITŌ

(1) In the paper electrophoretic analysis of the serum proteins of fish, it was found to be very important to select the kind of buffer solution, its pH and ionic strength.

(2) The existence of such characteristics of the serum protein composition as reported in the former paper was equally ascertained. Moreover in the serum of both shark and skate, the existence of the component invested with the less mobility than that of γ-globulin contained in the human serum was also ascertained.

(3) As the result of applying paper electrophoresis both to the shark serum containing large amounts of non-protein nitrogen compounds and to its dialysed one, it was ascertained that, from the qualitative analytical point of view, even in the case of the original serum, the influences of the co-existing non protein substances might safely be put out of consideration.

(4) TISELIUS method was found to be more effective for separating each component protein than the paper electrophoresis. And under the ordinary condition, paper electrophoresis gives a higher value, relative proportion of component, to the fraction with low mobility and a lower to the fraction with high mobility than those obtained by TISELIUS method.

濾紙電気泳動法に関しては 1948 年 WIELAND 等[1] の発表以来多くの検討と改良が加えられ，特に 1951 年 GRASSMAN 等[2] によつて泳動後の濾紙より比較的簡単に泳動曲線を得る直接比色法が完成されてからは，血清蛋白質の分析法として一般に普及した。本法はその分析精度より考え，定量的応用については多少の疑問も残されているが，一方独自の特長を有する。例えば血清の使用量が微量ですむから TISELIUS 法では実施困難と考えられる小型魚の血清でも容易に検討し得るのみならず，血清中の複合蛋白質の分析をも同時に行える。従つて実験目的によつては本法にもかなりの利用価値があるので著者は TISELIUS 法と併用しているが，本報では魚類の血清を試料とした場合の泳動条件並にその泳動結果を TISELIUS 法と比較して得た若干の知見を報告する。

実 験 の 部

実験材料： 実験に供した魚種，採集の時期及び水域等については第VIII報[4] を参照されたい。

泳動装置： 本法には各種の装置が考案されているが，我国で多く使用されているものは GRASSMAN–HANNIG[3] 及び KUNKEL–TISELIUS[5] の変法である。本実験では東洋濾紙式電気泳動装置 C 号を一部改造して用いた。即ち本装置附属の開放型電極槽をゴム栓容器に改め，通電により内部に発生したガスを装置外に排気し得るようにした。又本装置附属の濾紙保持枠では長さ約 34 cm の濾紙を必要とするが，血清蛋白質の泳動には，その長さ約 20 cm で充分である。従つて濾紙節約のため保持枠のベークライト板間の距離を約 18 cm に短縮し，更らに泳動を略々一定温度（7～10°C）で行うため，装置を自製の氷箱中に納めうるように改造して用いた。

1. 泳動条件の吟味

TISELIUS 法の泳動条件（第VIII報[4] 参照）に関しては電気泳動研究会の標準法が規定されているが，濾紙法では現在のところ一定の規準はないようである。従つて使用する泳動装置又は試料の種類に応じて検討する必要がある。このような意味で若干の予備実験を行つたが，次にその結果の大要を述べる。

1956 年 8 月 18 日受理

* 1955 年 4 月，日本水産学会年次大会で一部発表

血清の使用量 ： これは試料の蛋白質濃度或は使用する濾紙巾等により加減すべきであつて，著者の検討した結果では濾紙巾 1 cm 当り，蛋白質として 0.3〜0.4 mg 量が適当であつた。従つて 2 cm 巾の濾紙を使用すれば供試硬骨魚の血清（蛋白質濃度，5〜7 g/dl）では 0.01 cc，又供試軟骨魚の血清（蛋白質濃度，3〜4 g/dl）では 0.02 cc で充分である。

濾紙の種類 ： 我国では東洋濾紙の No. 50 及び 51 が多く用いられているが，No. 50 は蛋白質に対する吸着力が強いためか，泳動速度は No. 51 に比べて，かなり遅い傾向がみられたので本実験では No. 51 を使用した。

緩衝液の種類とイオン強度 ： 人間の血清蛋白質の泳動には多く Veronal 緩衝液が使用されているが，Veronal 及びその塩類は高価でもあるため，著者は燐酸塩，硼酸塩及び炭酸塩緩衝液を試験的に用いてみた。その結果によれば，これらの緩衝液では一般に通電による液自体の pH 変化が Veronal 緩衝液よりも大きく，特に硼酸塩及び炭酸塩緩衝液では血清蛋白質中の各成分が濾紙上に広く拡散したかのような泳動図を示し泳動像相互間の境界が Veronal 緩衝液を用いた場合に比べて不明瞭となることが多かつた。

次に人間及びコイの血清を各々所定イオン強度の Veronal 緩衝液（例，$\mu=0.1$ の場合は，1 l…中に Veronal-Na 5.88 g，酢酸ソーダ 3.88 g，蓚酸カリ 1.38 g，M/10 HCl 20 cc を含む，pH 8.9）と燐酸塩緩衝液（例，$\mu=0.14$ の場合は…M/20 Na_2HPO_4 16 容と M/20 KH_2PO_4 1 容との混液，pH 7.8）を用いて泳動した後B. P. B (Bromophenol blue) で常法の如く染色した泳動図を Fig. 1 に示した。

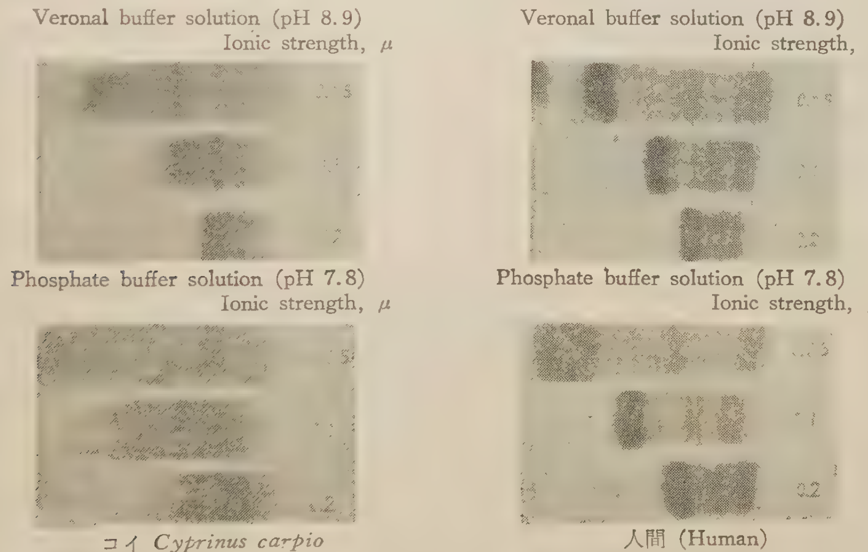
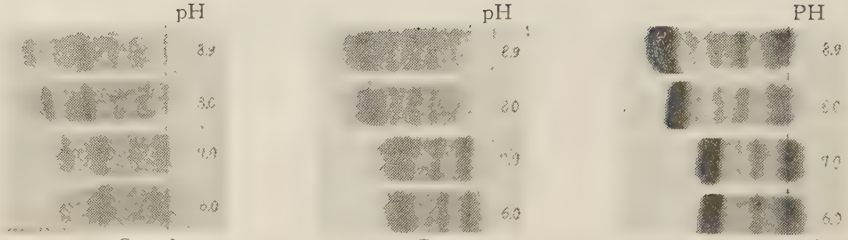


Fig. 1. Effect of kind and ionic strength of buffer solution on the paper electrophoretic diagram of serum proteins.
The paper was stained with 1% bromophenolblue solution $HgCl_2$.
Intensity of current 0.32mA/cm., duration of electrophoresis 12 hrs.

図の結果から考えると，供試血清蛋白質の泳動速度は燐酸塩緩衝液中では Veronal 緩衝液の場合よりも早くなるが，一方泳動像の鮮明度及び分離能は幾分劣るようである。又イオン強度が 0.05 の場合は両緩衝液共に高易動度成分の泳動速度が余りにも大きいために泳動像は不鮮明となり，しかも γ-Globulin 区分は陰極に泳動する傾向がみられる。イオン強度 0.2 の場合は反対に泳動速度が遅く，各成分の分離が極めて悪い結果となつている。一方イオン強度 0.1 では前二者の場合に比べて泳動像は鮮明で，且つ各成分の分離精度も良好であつた。

緩衝液の pH ： 人間，コイ及びゴマサバの血清を所定 pH の Veronal 緩衝液中で泳動した場合の泳動図を Fig. 2 に示した。

図の結果によると，供試動物の血清蛋白質は一般に酸性側では泳動速度が遅く，アルカリ性側では早くなる傾向がみられる。又各血清共に pH 6.0 及び 7.0 の緩衝液を用いた場合りも pH 8.0 及び 8.9 の方が



ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus*　　コイ *Cyprinus carpio*　　人間 (Human)

Fig. 2. Effect of pH of buffer solution on the paper electrophoretic diagram of serum proteins Veronal buffer solution, intensity of current 0.32 mA/cm., duration of electrophoresis 17 hrs.

分離した成分数は明らかに多かつた。

緩衝液の使用回数と電流値の影響：泳動には定電流と定電圧の何れがよいかは議論もあるが，著者は定電流を使用している。この場合の電流値の影響を Veronal 緩衝液を用い，人間及びコイの血清について検討した結果によると，0.3～0.4 mA/cm の場合が泳動像も鮮明で，しかも各成分の分離精度は良好であつた。一般にこれより強電流では速く泳動するも像が乱れがちとなり，又弱電流では泳動がおそく，各成分の分離能は悪くなる傾向がみられた。

次に緩衝液を繰返して使用出来るとすれば，実験操作が簡単になるのみならず，高価な Veronal 緩衝液が節約出来ることになる。しかし著者の検討した結果では，一般にその使用回数に伴つて液自体の pH が変化し，更に各成分の泳動速度が明らかに遅くなる傾向が認められた。そこで古い緩衝液でも，泳動速度を調節するために，電流値を変えることによつて，再使用し得るか否かについて検討した。即ちコイ，マダイ及びゴマサバの血清を試料とし，Veronal 緩衝液を用いて 0.32 mA/cm で 20 時間通電した後，その緩衝液を再び用い，電流を 0.40 mA/cm に高めて 22 時間通電して求めた各泳動図を Fig. 3 に示した。なお，この場合の泳動時間は試料と同時に泳動した人血清の Albumin が所定移動量（約 8 cm）に達する迄の所要時間を意味する。

図の結果によれば，緩衝液を再使用した場合には電流を強くしても供試血清の高易動度区分（後述の F 区分）の泳動が遅くなり，これと反対に低易動度区分は幾分速くなる傾向がみられる。即ち相対易動度の基準となる Alubumin の移動量を規定しても，他の成分がそれに対して常に比例的な割合に移動するとは限らず，泳動時の電流値或は緩衝液の性質によつて，各成分の泳動距離が変化する場合のあることは明らかである。従つて著者は定量値を求める泳動には総て同一電流値と新しい緩衝液を用いた。

2. 血清蛋白質の分析.

前述の結果に基き，新 Veronal 緩衝液（pH 8.9, $\mu=0.1$）を用い，電流値 3.2 mA/cm の条件で求めた，各供試血清の代表的な泳動図を Fig. 4 に示した。

本法によると人血清の蛋白質は Albumin と α_1, α_2, β 及び γ-Globulin の 5 区分に分離する。しかし魚類

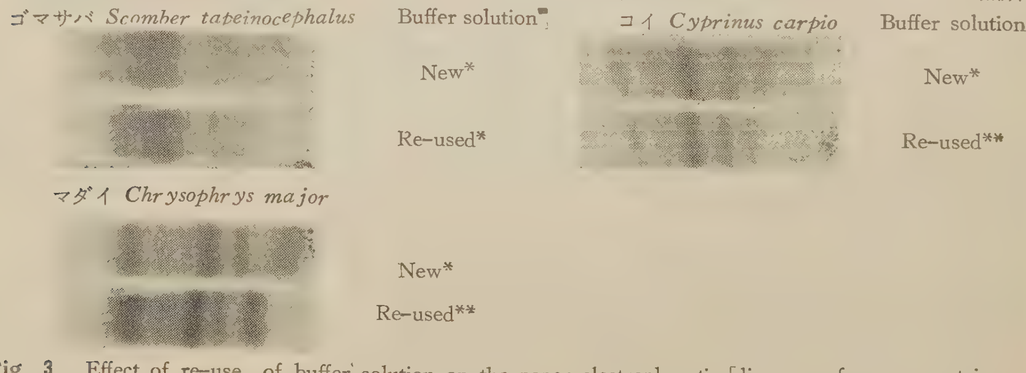


Fig. 3. Effect of re-use of buffer solution on the paper electrophoretic diagram of serum proteins. Veronal buffer solution, pH 8.9, μ 0.1, *Intensity of current 0.32 mA/cm., duration of electrophoresis 20 hrs, **Intensity of current 0.4 mA/cm., duration of electrophoresis 22 hrs.

の血清蛋白質の分類法には基準もなく，又 TISELIUS 法による分離成分(第Ⅷ報[4] 参照) との同定についても，後述の如くなお検討すべき問題があるので，本報では一応易動度の近似値的な成分を一群として F, 1, 2, 3, 4, 5 及び 6 の各区分に大別した。

相対易動度：人血清の Albumin の移動量を 100 として，供試血清の各区分の相対易動度を求めた結果は Table 1 の如くである。

即ち，海産硬骨魚に属する魚種の血清には TISELIUS 法の結果と同様に Albumin より更に易動度の大きいF区分（第Ⅷ報の f 区分に相当する）が明らかに認められるのに対し，淡水産硬骨魚のコイではこの区分はみられなかつた。又海産軟骨魚のシロザメ，ツノザメ及びアカエイには F のみではなく，易動度からは Albumin に相当する区分 1 も欠けている。一方これらの血清には γ-Globulin より更に易動度の小さい区分（5 と 6）の存在することが TISELIUS 法の場合よりも明らかに認められた。特に区分 6 はアカエイの血清にみられた陰極に移動する成分である。CONNELL[6] は軟骨魚の筋肉抽出液中にも同様な成分のみられることを報告している（第Ⅷ報[4] 参照)。

濃度比：泳動後の濾紙を Amidoschwarz* 10-B (A. S.10-B) で染色し，東洋理化工業式濾紙光電比色計によつて求めた，各供試血清の泳動曲線と平均濃度比を各々 Fig. 5 及び Table 1 に示した。

この結果によれば，供試海産硬骨魚の血清では，一般に区分 F 及び 2 の濃度比が大きいのに対し，淡水産硬骨魚のコイでは区分 1 が大きい。又両者共に γ-Globulin に相当する成分の濃度比は対照血清（人間及び家兎）に比べて小さく，肉眼的には濾紙上に単独の泳動像として確認出来ぬ場合が多かつた。供試海産軟骨魚では区分 2 及び 4 の濃度比が大きく，又特有成分と思われる区分 5 及び 6 もかなりの値を示している。

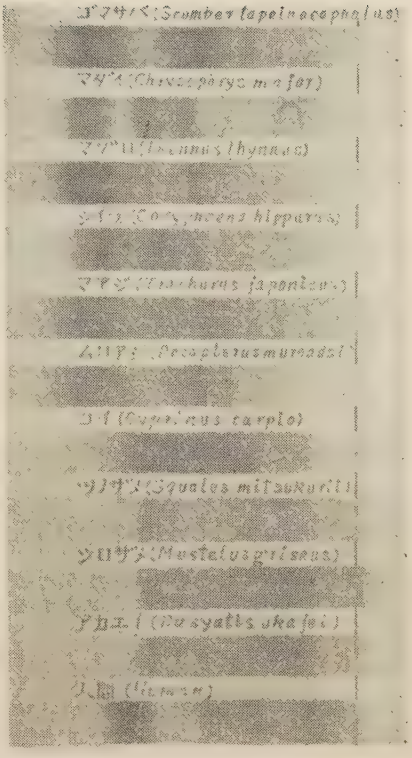


Fig. 4. Paper elctrophoretic diagrams of serum proteins of various fishes Veronal buffer solution pH 8.9, μ 0.1, intensity of current 0.32 mA/cm., temp. 7∼10°C., duration of elctrophoresis 20 hrs.

3. サメ類の血清に対する透析処理必要の有無に関する検討。

軟骨魚の血清は他の脊椎動物のものに比べて，非蛋白質態窒素化合物（主として尿素及び Trimethylamine oxide)を特異的に多く含んでいるが，TISELIUS 法では透析処理後の血清を使用するから，原血清中に含まれる低分子化合物の影響は殆んどないものと思われる。しかし濾紙泳動法では通常，原血清を使用するために共存する該物質が泳動結果に影響を与える可能性も一応考えられるので，次に若干の検討を試みた。

即ち河口帯で捕獲したシロザメの幼魚の血清（該血清には同種の成魚のものとは異なり区分 1 の存在が認められる，第Ⅷ報[4] 及び第Ⅺ報[12] 参照）をセロファン紙嚢に入れ，約 4°C において緩衝液中で 20 時間透析したものと原血清とについて求めた泳動図を Fig. 6 に示した。

図の結果によれば，原血清 (2.9 g/dl) と透析血清 (1.7 g/dl) とでは蛋白質濃度が異なるため，後者の泳動図は前者のものに比べて肉眼的に低易動度成分が特にうすくみえるようである。しかし比色計で各成分の濃度比を求めると略々等しい値を示し，且つ分離した成分の数及び相対易度にも殆んど差はみられなかつた。このような傾向は，他のサメ類の場合にも同様に認められたことより，原血清を使用しても，一般的に共存する低分子窒素化合物の影響は特に考慮する心要はないものと考えられる。

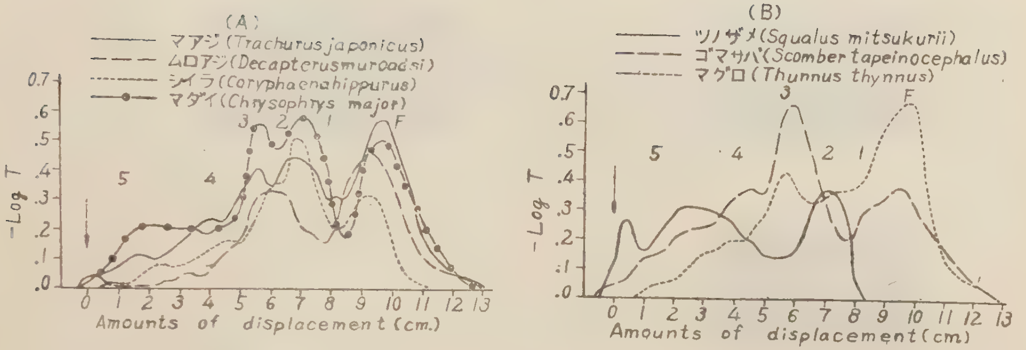
4. TISELIUS 法との比較。

一般に TISELIUS 法が濾紙泳動法に比べて，血清蛋白質の分析に優れた精度を有することは周知の如くであるが，GRASSMANN[3] 或は LEVIN[3] 等の人血清を用いた実験結果では，両法の分析値が比較的一致すると報告されている。しかしその結果は実験条件又は材料によつて異なることも予測されるので，次に著者の採

Table 1. Paper electrophoretic analyses of serum proteins of various fish

Species	No. of serum examined	Component						
		F	1	2	3	4	5	6
Marine elasmobranch								
シロザメ *Mustelus griseus*	8			36.6 86.4	18.4 52.1	35.2 29.6	9.8 4.2	
ツノザメ *Squalus mitsukurii*	6			33.0 85.1	13.1 53.9	40.4 29.4	14.5 4.7	
アカエイ *Dasyatis akajei*	1			23.7 87.3	9.2 56.6	29.3 29.1	31.7 10.4	6.1 -12.1
Marine teleost								
マダイ *Chrysophrys major*	3	26.8 119.6	31.7 92.2	26.2 78.8	14.0 53.0	7.3 26.1		
ムロアジ *Decapterus muroadsi*	4	49.4 114.2	10.6 91.4	28.1 72.7	9.8 46.3	2.1 22.8		
シイラ *Coryphaena hippurus*	4	33.4 118.4	25.6 91.4	22.3 68.7	13.5 50.5	6.2 25.3		
ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus*	9	33.8 115.7	10.2 103.0	32.5 73.3	16.9 38.2	6.6 14.5		
マグロ *Thunnus thynnus**	5	47.2 120.2	14.4 93.4	24.1 70.6	11.4 41.2	2.9 15.3		
Freshwater teleost								
コイ *Cyprinus carpio*	7		48.7 94.6	11.2 72.1	21.8 50.3	10.2 37.4	8.1 17.4	
			Alb	α_1	α_2	β	γ	
Control (Human)	6		54.3 100.0	3.6 85.0	4.1 69.2	13.3 47.7	24.7 15.1	

For each component, the values for the first reading are given in per cent of total protein ; for the secound reading in relative mobility.
Veronal buffer solution pH 8.9, μ 0.1, intensity of current 0.32 mA/cm., temp. 7~10°C., duration of electrophoresis 20 hrs.
* Immature fishes



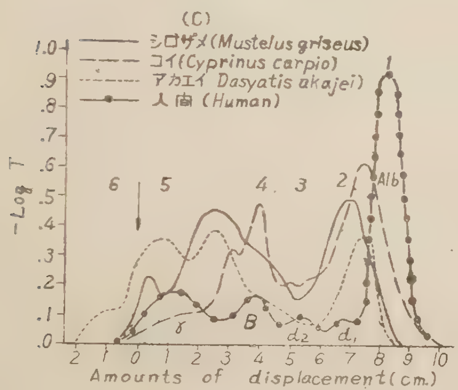
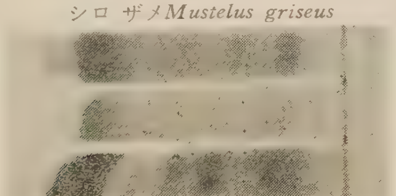


Fig. 5. Paper electrophoretic curve of serum proteins of various fishes
Veronal buffer solution pH 8.9, μ 0.1, intensity of current 0.32 mA/cm., duration of electrophoresis 20 hrs. -Log T obtained from the paper stained with saturated soultion of Amidoschwarz-10B by TOYOURIKA. densito meter. (Model S-1, Filter V-02)

シロ ザメ *Mustelus griseus*



Original serum

Dialysed serum

Control (Human)

Fig. 6. Paper electrophoretic diagrams of original and dialysed serum of shark.
Veronal buffer solution pH 8.9, μ 0.1, intensity of current 0.32 mA/cm., duration of electrophoresis 20 hrs.

用した泳動条件下における，両法の結果について若干の検討を試みた。

濾紙泳動法で求めた泳動図（Fig. 4 参照）と泳動曲線（Fig. 5 参照）では，一般に各成分間の境界が Tiselius 法の結果に比べて不明瞭となることが多く，時にはその区別が不可能な場合すらあつた。従つて血清蛋白質に対する分離精度は Tiselhus 法がはるかに優れていることとは明らかである。

相対易動度：両法共に泳動条件により，この値は多少変化するが，特に濾紙泳動法ではその影響を受けることが多いようである。本実験では B.P.B を混入した人血清を各試料と同時に泳動して，相対易動度の基準となる Albumin（泳動図上に着色成分となつて判別される）の移動量が一定となるように条件を規定したが，この場合でも他の各成分は Albumin に対して常に比例的な割合に移動することは限らなかつた。例えば泳動中の電流値或は緩衝液の新旧，pH 及びイオン強度の変化等によつて，各成分は異たる相対易動度を示すことが屢々あつた（Fig. 1，2 及び 3 参照）。

濃度比：供試魚では同一血清でも両法の濃度比にかなりの差が認められ，一般に濾紙泳動法は Tiselius 法に比べて高易動度成分の値が低く，反対に低易動度成分は高くなる傾向がある。この現象は血清蛋白質の一部が濾紙に吸着されるために Tiselius 法よりも電場で移動し難くなることや，各成分の色素結合力が必

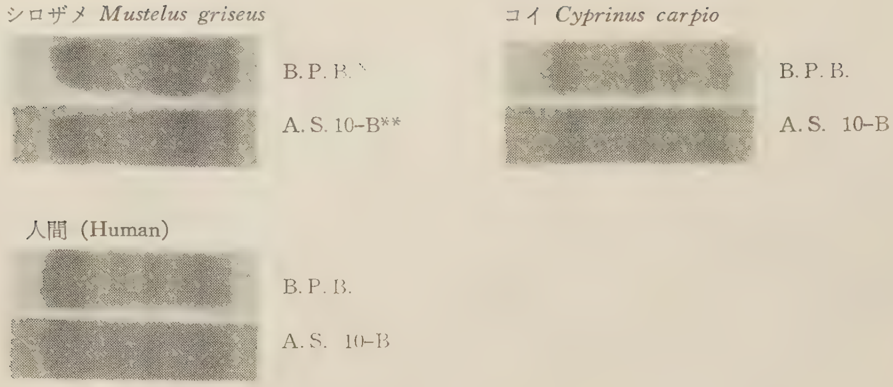


Fig. 7. Effect of stain dye on the paper electrophoretic diagram of serum Proteins.
Veronal buffer solution pH 8.9, μ 0.1, intensity of current 0.32 mA/cm., duration of electrophoresis 20 hrs.
* Bromophenol blue
**Amidoschwarz 10–B.

ずしも蛋白質濃度に比例しないこと[10,11]などに関係があるように思われる。

本実験おいては B.P.B と A.S.10–B を使用したが，B.P.B は Globulin よりも Albumin と良く結合することが知られている[10]。又人血清では A. S.10–B を用いると Tiselius 法の濃度比に比較的近い値が得られるとも報告[3]されているが Fig. 7 に示した如く，A. S.10–B を用いると B.P.B の場合よりも，一般に泳動像が不鮮明となり，蛋白質の泳動しない濾紙面までも，かなり染色される。しかも両者の分析値に大差はなく，Tiselius 法に比べて共に低易動度成分の濃度比が高くなる傾向が認められた。

以上要するに，濾紙電気泳動法による血清蛋白質の定量法は，方法論的には多くの改良が行われていても，用いた濾紙による蛋白質の吸着，滲透，拡散並に色素結合力等の問題について未だ本質的に解決されてないと考えられる。従つて魚類の血清蛋白質の如く，未知要素の多い試料では，Tiselius 法による分析結果と比較検討することが望ましいと思われる。

要　　約

1. 濾紙電気泳動法で魚類の血清蛋白質を分析する場合の使用装置並に泳動条件について若干の検討を加え，特に緩衝液の種類，pH 及びイオン強度の選定が重要であることを確認した。

2. 濾紙電気泳動法によつても魚類の血清蛋白質組成に第VIII報[1]で述べた如き特性のあることが定性的に認められ，特に供試海産軟骨魚（シロザメ，ツノザメ，アカエイ）の血清には γ–Globulin より更に易動度の小さい成分の存在することが Tiselius 法の場合よりも一層明らかに認められた。

3. 非蛋白体窒化合物を特異的に多く含むサメ類の血清と，それを一定条件で透析した血清とについて濾紙電気泳動法を試みたところ，定性的には原血清を使用しても共存する該物質の影響は特に考慮する必要のないことを明らかにした。

4. 濾紙電気泳動法と Tiselius 法によつて得られた魚類血清蛋白質の分析値を比較したところ，濾紙電泳動法は Tiselius 法に比べて，一般に高易動度成分（Albumin 区分）の濃度比は低く，反対に低易動度成分（Globulin 区分）は高い値を示す傾向がみられた。

以上の結果に基き，濾紙電気泳動法の定量的応用に関して若干の考察を述べた。

本研究を行うに当り，種々御協力を賜つた本学高田幸二教授，練習船乗組員各位並に鹿児島県水産試験場上田忠男氏に深謝する。なお，本研究費の一部は文部省科学研究助成補助金の支出に仰いだ。記して謝意を表する。

文　　献

1) T. Wieland und E. Fischer : *Naturwissenschaften*, **35**, 29 (1948).
2) W. Grassmann, K. Hannig und M. Knedel : *Deut. Med. Wschr.*, **76**, 333 (1951).
3) W. Grassmann und K. Hannig : *Z. physiol. Chem.*, **290**, 1 (1952).
4) 斎藤要 : 日水会誌, **22**, 752 (1957).
5) H. G. Kunkel und A. Tiselius : *Naturwissenschaften*, **37**, 93 (1950).
6) J. J. Connell : *Biochem.* J., **55**, 378 (1953).
7) 斎藤要 : 日水会誌, **20**, 196 (1954).
8) B. Levin and V. G. Oberholzer : *Am. J. Clin. Pathol.*, **23**, 205 (1953).
9) 杉本良一 : "電気泳動技術" 納谷書店, 東京 (1955), pp. 73.
10) H. D. Cremer und A. Tiselius : *Biochem. Z.*, **320**, 273 (1950).
11) F. A. Pezold und U. Peiser : *Klin. Wschr.*, **31**, 982 (1953).
12) 斎藤要 : 日水会誌, **22**, 773 (1957).

魚類血液の生化学的研究—X.
血清蛋白質組成の時期的変化について

斎藤 要
（鹿児島大学水産部学）

Biochemical Studies on the Fish Blood—X.
On the Seasonal Variation of Serum Protein Components of Cultured Fish

Kaname SAITO

(1) By examining the seasonal variation in the serum protein composition of the cultured mackerel, *Scomber tapeinocephalus*, and carp, *Cyprinus carpio*, it was ascertained that the concentration of total protein and albumin fraction in serum showed the lower values in winter time (Feb.) than in the warm time (May or Jun., which the feeding behaviour approached its climax).

(2) Using the blood samples of the cultured and the natural mackerel (caught in Apr. and Jun., respectively), hemoglobin content, hematocrit value and concentration of albumin fraction in serum were estimated, and the natural one generally showed the higher values than the other.

魚類の血清蛋白質を電気泳動的に検討したところ，その組成に系統的特性のあることを認めたが[1]，更にその特性の生化学的意義を知るためには，該成分の生理的機能に関する研究も重要と考えられる。

元来内部環境としての血清は，生活現象と密接な関係があるため，その成分組成の変化は生体内に起きた諸現象を指示する要素となり得る場合が多い。最近，人間の血清蛋白質組成が，種々の生理的因子によつて変化することが明らかにされつつあるが,[2,3,4] 魚類の生活現象には人間の如き哺乳動物とは同様に取扱い得ない種々の要素と制約があるために，この種の研究は一般に多くの困難を伴う。

しかし，魚類の場合でも比較的簡単に検討し得る，該蛋白質組成の時期的変化を，その間における魚体の生理，生態的変化と関連ずけて観察することも，間接的には該成分の生理的機能の一端を知るための手段と考えられる。又魚類の血液学的諸性質は，一般に人間に比べて時期的に多く変化することも知られているが,[5,6] 血清蛋白質を対象としたこの種の報告はみあたらないようである。

このような見地に基き，著者は所定の条件で飼育した魚類を用い，血清蛋白質組成の時期的変化を棲息水温，運動性，食性及び成長度と関連づけて検討し，更に飼育魚とは生活条件の異なる天然魚についても，他の血液学的性質（Hemoglobin 量と血球容積）と共に、その変化の様相を観察したところ，若干の知見を得たので報告する。

実験の部

実験材料：実験に供した魚種はコイ *Cyprinus carpio* 及びゴマサバ *Scomber tapeinocephalus* の2種である。コイは本学部の養魚池で飼育（給餌量，体重の約 7％量の砕麦とサナギの 4：1 混合物を一日一回投与）したものを用い，ゴマサバは鹿児島湾内の生簀で 1955 年 11 月（当時の平均体重 178 g）より，飼育（給餌量，体重の約5％量のキビナゴ或はカタクチイワシの細切した精肉を一日一回投与）したものと鹿児島県佐多岬の南方海域において釣獲したものとを用いた。

各供試魚の採血期日，当時の平均体重と水温は Table 1 に示す如くである。即ち魚種と採血期日によつて供試魚を5群に分けた。又時期と水温の関係は，勿論地理的条件によつて異なるが実験地では両飼育魚共

1956 年 8 月 18 日受理

Table 1. Experimental material

	Species	No. of serum samples used	Date of sampling	Water temperature (C°)	Average body weight (g.)
コ イ	*Cyprinus carpio* Cultured*	5	Feb. 15 (1)***	9	397
		6	May 16 (2)	17	425
ゴマサバ	*Scomber tapeinocephalus* Cultured**	4	Feb. 16 (1)	14	227
		4	Apr. 16 (2)	17	268
		4	Jun. 16 (3)	22	402
	Natural	6	Apr. 20 (4)	19	1125
		7	Jun. 11 (5)	23	1086

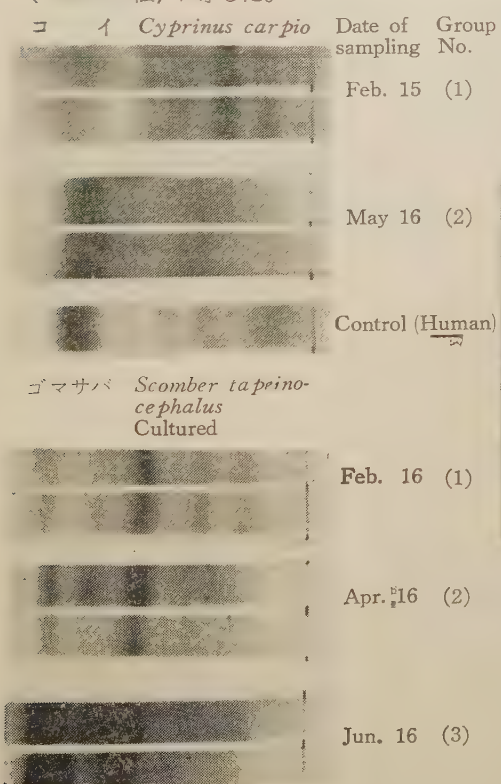
Period of rearing : * from Nov. to May, ** from Nov. to Sept, *** ( ) : Group No.

に2月頃には運動は極めて不活発で静止状態を維持しているが，5月頃になると活発な運動性を示す。更に当時の水温と体重の増加量とを考慮して本実験では一応2月を寒期又は静止期，5～6月を暖期又は成長期とすることにした。

実験方法: 血清蛋白質の分析法としては TISELIUS 法と濾紙泳動法を併用したが，それらの泳動条件並びに血球容積及び Hemoglobin の定量法等については各々第I報[7]，第VIII報[1] 及び第IX報[8] を参照されたい。

実験結果及び考察

所定条件下で泳動して得られた，両供試魚の血清泳動図を時期別に Fig. 1（濾紙泳動法）及び Fig. 2（TISELIUS 法）に示した。



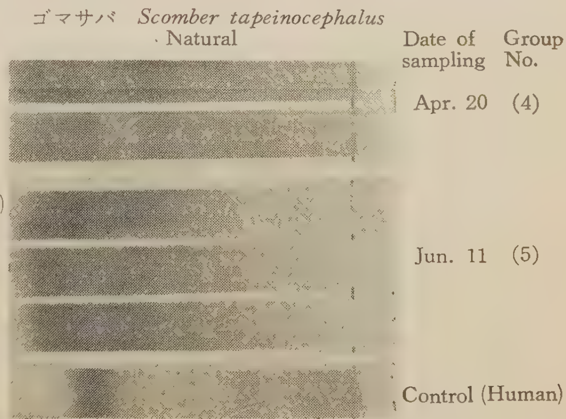


Fig. 1. Variation with season of the paper electrophoretic behavior of serum proteins. (of carp and mackerel.)
Veronal buffer solution pH 8.9, μ 0.1, intensity of current 0.32 mA/cm., duration of electrophoresis 20 hrs. The paper was stained with 1% Bromophenol blue solution containing $HgCl_2$.

Fig. 1 の結果によれば，コイ及びゴマサバ共に第一群は他の群より血清蛋白質の分離能が良く，各成分間の境界が明らかとなつている。しかし Fig. 2 の TISELIUS 法の泳動図には，このような傾向は特に認め

コ イ *Cyprinus carpio* — Date of sampling — Group No.



Feb. 15 (1)

May 16 (2)

ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus* Cultured

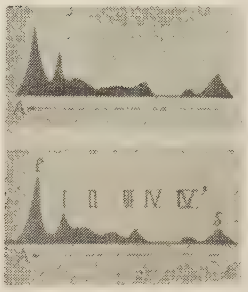


Feb. 16 (1)

Apr. 16 (2)

Jun. 16 (3)

ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus* Natural — Date of sampling — Group No.



Apr. 20 (4)

Jun. 11 (5)

Fig. 2. Variation with season of the electrophoretic behavior of serum proteins. (of carp and mackerel.)
Phosphate buffer pH 7.8, μ 0.14, dE/dx 5.5～6.0 volts/cm., duration of electrophoresis 3000 sec. (ascending limb), temp. 10°C., protein concentration 1.6～1.8 g./d*l*.

られないことより，この現象は両群間の血清にみられる本質的な相違とは思われない。むしろ濾紙泳動法の泳動条件，特にこの場合は，第一群の泳動時の気温（2～5°C）が著者の常用する所定泳動温度(7～10°C)よりかなり低いために，濾紙上における蛋白質成分の滲透又は拡散の影響が少なかつたのではないかと考えられる。何れにしても第Ⅸ報[8]で述べた如く，濾紙泳動法の定量的応用には検討すべき問題もあると思われるので，分析値はすべて Tiselius 法によつて求めた。

個体差：一般に生体成分の生理的変動を検討するに当つては，常に個体差の影響を考慮しなければならな

Table 2. Variation with season of the electrophoretic behavior of serum proteins (of carp and mackerel)

Species		Date of sampling	Component f	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ′	Total protein (g./d*l*.)
コ イ	*Cyprinus carpio* Cultured	Feb. 15		50.3 96.3	14.1 75.9	28.0 55.3	7.6 35.6		4.8
		May 16		55.2 96.8	15.6 77.1	21.2 56.0	8.0 38.3		5.3
ゴマサバ	*Scomber tapeinocephalus* Cultured	Feb. 16	37.4 120.4	15.1 102.3	36.4 77.3	8.4 54.5		2.7 19.5	5.6
		Apr. 16	39.6 119.9	16.4 104.0	31.3 76.5	9.6 54.3		3.1 18.5	5.9
		Jun. 16	43.3 120.4	17.6 102.1	26.3 77.6	10.1 55.2		2.7 18.8	6.3
	Natural	Apr. 20	46.6 119.1	18.5 100.7	22.0 74.4	10.4 56.7		2.5 17.0	6.7
		Jun. 11	48.1 118.4	19.2 102.5	21.8 76.1	8.7 54.6		2.2 17.4	6.9

For each component, the values for the first reading are given in per cent of total protein, for the second reading in relative mobility.
Phosphate buffer pH 7.8, μ 0.14, dE/dx 5.5～6.0 volts/cm., duration of electrephoresis 3000 sec., temp. 10°C., protein concentration 1.6～1.8 g./d*l*.

い。Fig. 1 には各群毎に各々 2〜3 例の泳動図を示したが，同一群に属する供試魚では何れも類似した泳動図を示すことは明らかである。又 Tiselius 法でも体重及び採集時期の略々等しい同種の個体間では，分析値は比較的一定で，その泳動曲線にもかなりの再現性が認められた。

相対易動度: 供試魚の血清蛋白質の相対易動度を Tiselius 法によつて，時期別に求めた結果を Table 2 に示した。

この結果によれば，コイとゴマサバとでは高易動度成分に質的な相違が認められる（第Ⅷ報[1] 参照）。しかし，同種の個体間では，実験期間を通して易動度の近似値的な成分が存在し，所定時期による血清蛋白質組成の質的な変化はみられなかつた。

濃度比: 供試魚の血清総蛋白質量と Tiselius 法によつて求めた各成分の濃度比を時期別に Table 2 に示した。

この結果によれば，コイ及びゴマサバ共に血清中の総蛋白質量は第一群が最も少く，これが第二，第三群となるに従い次第に増加する傾向がある。一方この現象に伴つて血清蛋白質組成の量的関係にも変化の起ることが認められた。即ちコイでは第一群（殆んど絶食状態のコイ）が第二群に比べ区分 I（易動度からは人間の血清 Albumin に相当する）の濃度比が低く，一方区分Ⅲが比較的高い値を示す。次にゴマサバの飼育魚でも第一群は第二群に比べて区分Ⅱが比較的高い濃度比を示し，更に第三群では区分Ⅱよりも区分 f がかなり高い値に変化している。

ところで本実験におけるゴマサバの第一群は 2 月に採集したものであるが，当時の環境水温（12〜14°C）は棲息適温（約 22°C）よりもかなり低く，餌料もあまり摂収せず，運動も極めて不活発で，生簀の底部に殆んど静止状態を保つているものである。その後，第二群更に第三群となるに従い，環境水温も上昇し，摂餌運動は盛んとなり，その結果として 5 月から 6 月にかけて体重は著しく増加している（Table 1 参照)。即ち飼育魚では，その成長，運動及び食性等の生態的変化に伴つて，血清中の総蛋白質量のみならず，その組成の量的関係にも変化の起ることが認められるのである。

ゴマサバの飼育魚と天然魚: 海産魚の場合には，特に生簀中の飼育魚と外海に棲息するものとでは生活条件がかなり異なるために，飼育実験で得られた結果は必ずしも天然魚にも適用し得るとは限らない。従つて両者の体内外に起きた諸現象の相違を明確にすることは各種の飼育実験の結果を正しく理解するためにも必要と考えられる。このような見地より，著者はゴマサバの飼育魚と天然魚を材料として，生化学的に両者間の異同を検討しつつあるが，次に同時期に採集した両者について求めた血球容積及び Hemoglobin 量を Table 3 に示した。

Table 3. Hematocrit value and hemoglobin content in blood of cultured and natural mackerel

Sample	Date of sampling	Hematocrit value (%)	Hemoglobin (g. /dl.)
Cultured	Apr. 16	44.1	11.7
Natural	Apr. 20	49.2	13.6

この結果によれば，血液中の重要な呼吸要素である Hemoglobin 量と血球容積は，何れも飼育魚よりも天然魚は高い値を示している。一般に天然魚は運動が活発で呼吸代謝も盛んであることより，これは当然の結果とも思われる。これに対し飼育魚の両値が低いのは，代謝が衰えているための，異常現象と考えるべきであろう。一方飼育魚（コイ）でも，その環境を人為的に一過性の酸素欠乏状態にすると，これらの値は増加の傾向を示すことが認められている。[9,10]

又天然魚の血清総蛋白質量と各成分の濃度比は Table 2 に示す如く，第四群と第五群間では時期的変化は殆んどみられなかつたが，同時期の飼育魚に比べて総蛋白質量と区分 f の濃度比は高い値を示した。なお，本実験では成長度の異なつた飼育魚と天然魚を用いたことを考慮しなければならないが，これらの結果より両著の生活条件の相違が，血液の理化学的性質にも或る程度の影響を及ぼしているとみて良いと思われる。

考　　察

本実験の結果によれば，飼育魚における血清蛋白質組成の時期的変化は，主として Albumin 区分（コイでは区分 I，ゴマサバでは区分 f）にみられた。ところで人間の血清蛋白質に関する研究によると，Albumin（易動度からは区分 I に相当する）は人体の栄養物質と代謝産物の輸送に関与する生理的機能を有し，人間の栄養失調時には，常に減少することが明らかにされている。[2,11,12] 勿論人間と魚類とでは同一に論ずることは出来ないにしても，前述の如くコイ及びゴマサバ共に Albumin 区分の濃度比は摂餌量の少い寒期に低く，摂餌運動の活発な成長期に増加すること並にその間における血清総蛋白質量の増減には Albumin 区分の増減が Globulin 区分よりも，支配的に関係する傾向のあること等より，供試魚の場合にも該区分は，魚体の栄養或は物質代謝の機能に関与し，しかも血清蛋白質中では，生理的に変動し易い成分であるように思われる。

要　　約

1） 所定条件で飼育したコイ及びゴマサバを材料とし，血清蛋白質組成の時期的変化を電気泳動法により検討したところ，その組成には質的な変化はみられなかつたが，量的な変化は明らかに認められた。即ち血清総白質量及び Albumin 区分（コイでは区分 I，ゴマサバでは区分 f 及び I）の濃度比は運動が不活発で摂餌量の少い寒期（棲息水温 9°〜14°C）には，摂餌運動の活発な成長期（棲息水温 17〜23°C）より低い値を示し，しかもこの場合血清総蛋白質量の増減には Albumin 区分の増減が Globulin 区分より支配的に関係する傾向が認められた。この結果に基き，供試魚の血清 Albumin 区分の生理的機能について若干の考察を試みた。

2） 同時期（棲息水温 17°〜23°C）に採集したゴマサバの天然魚と飼育魚を用い，両者の血液学的諸性質について若干の検討を加えたところ，血液の Hemoglobin 量，血球容積，血清総蛋白質量及び血清 Albumin 区分の濃度比は，何れも前者が明らかに高い値を示した。又飼育魚では静止状態を保つている寒期より，運動活発で体重増加の著しい暖期に移るに従い，血清蛋白質組成の濃度比は天然魚の値に比較的類似してくる傾向が認められた。

本研究は対馬暖流開発調査の一部として行つたもので，実験材料につき特別の御便宜を賜つた本学部金森政治教授，盛田友武助教授及び田上豊隆助教授に深謝する。

文　　献

1） 斎藤　要：日水会誌，**22**，752（1957）.
2） F. Wuhrmann und C. Wunderly：“Die Bluteiweisskörper des Menschen” Benno Schwabe & Co.，Basal，（1952）pp. 141.
3） A. B. Gutman：“*Advanc. in Protein Chem.*”**4**，161（1948）.
4） H. Pollack and S. L. Halpern：*ibid.*，**6**，383（1951）.
5） A. A. Schaefer：*J. Gen. Physi.*，**7**，3（1925）.
6） N. Kawamoto：*Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*，**4**，Biol.，645（1929）.
7） 斎藤　要：日水会誌，**19**，1134（1954）.
8） 同　　上：同　　上，**22**，760（1957）.
9） 狩谷貞二：同　　上，**15**，728（1950）.
10） 斎藤　要：日本生化学会九州支部大会（鹿児島）で発表（1954）.
11） G. S. Adair and M. E. Adair：*Proc. Roy. Soc.*（London），**A190**，341（1947）.
12） M. A. Lauffer：*Chem. Revs.*，**31**，561（1942）.

魚類血液の生化学的研究—XI.
海産軟骨魚の成魚と幼魚の血清蛋白質組成について

斎藤 要
（鹿児島大学水産学部）

Biochemical Studies on the Fish Blood—XI.
On the Serum Protein Components of the Mature and Immature Stage of the Marine Elasmobranchs

Kaname SAITO

By examining the serum protein compositions of the mature (caught at the off-sea) and the immature (caught by shore-seine at the estuary) of shark, *Mustelus griseus*, and of skate, *Dasyatis akajey*, the qualitative and quantitative differences between the mature and the immature were observed. Namely, in cases of the mature individuals, when treated electrophoretically, no component-f and I could be detected, while in cases of the immature conponent I was discerned clearly. And amoung some large, although immature, individuals adopted from a shoal of the comparatively large sharks there existed the one which showed the electrophoretic diagram of the serum which seemed to be a intermediate type between that of the immature and the mature.

And as to the total protein content in shark and skate serum, those of the immature tend to show lower values than those of the mature.

魚類でも分類学上の位置を異にする硬骨魚と軟骨魚との血液では，その血清蛋白質組成にかなりの相違がみられることについては，既に第VIII報[1]で述べたが，その後同種の軟骨魚でも棲息環境を異にする幼魚と成魚とでは該組成に質的にも又量的にも差異があると云う興味深い現象を電気泳動的に確認し得たので，本報では主としてその結果に若干の考察を加えて報告する。

実験の部

実験材料　：実験に使用した軟骨魚はシロザメ *Mustelus griseus* 及びアカエイ *Dasyatis akajei* の2種である。シロザメ（平均体重，2820g）は 1954 年より 1956 年に亘る3月から5月の間に，又アカエイ（体重 3830g）は 1956 年の3月に各々鹿児島県佐多岬の沖合において釣獲したもので，当時の環境水温は表層で 17°～20°C であつた。一方 1956 年の4月から7月の間に鹿児島市の新川及び脇田川の河口帯で，地曳網により捕獲した小型のシロザメ（平均体重 870g）及びアカエイ（平均体重 520g）を対照として用いたが，これらの環境水温は 15～22°C であつた。なお外海で捕獲された大型の供試魚には胎児を身籠つている個体も若干認められたので，本実験においては，これらを一応成魚とし，これに対し河口帯で捕獲した小型の供試魚を幼魚として区別した。

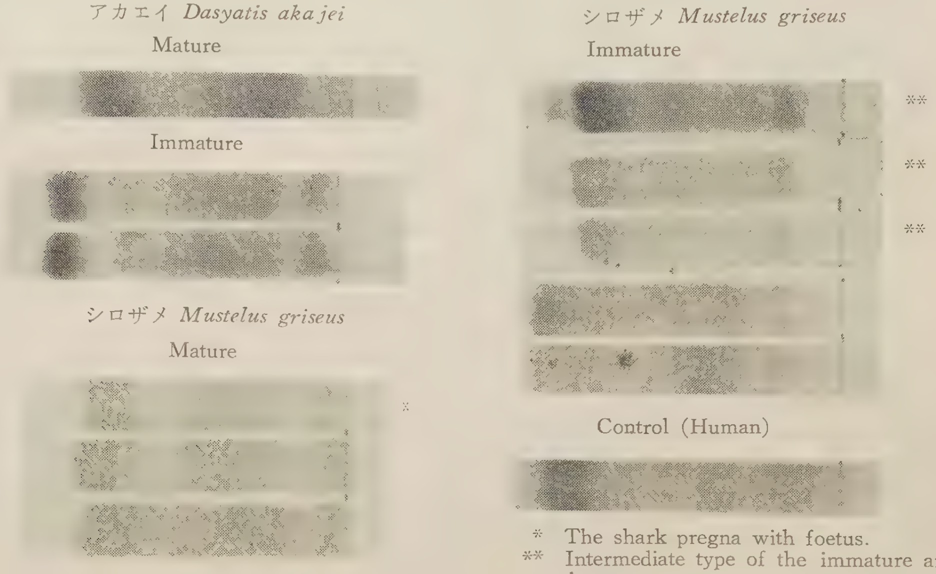
実験方法　：血清蛋白質の分析法としては TISELIUS 法と濾紙泳動法を併用したが，これらの泳動条件については第VIII報[1]と第IX報[2]を参照されたい。

実験結果

所定条件下で泳動して，得られた両供試魚の血清泳動図を Fig. 1（濾紙泳動法）及び2（TISELIUS 法）に示した。Fig. 1 には成魚と幼魚の各群毎に各々2～3例（アカエイの成魚は1例）の泳動図を示したが，同一群に属する供試魚では何れも類似した泳動図を示すことは明らかである。又 TISELIUS 法でも体重及び採

1956 年8月 18 日受理

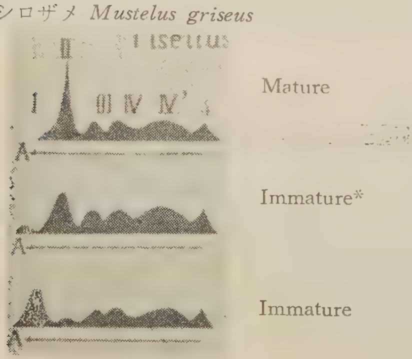
集時期の略々等しい同種の個体間の泳動曲線には，かなりの再現性が認められた。従つて同一条件にある供試魚の該蛋白質組成における個体差は，一般に少いとみて良いと思われる。



* The shark pregna with foetus.
** Intermediate type of the immature and the mature.

Veronal buffer solution pH 8.9, μ 0.1, intensity of current 0.32 mA/cm., duration of electrophoresis 20 hrs., temp. 7～10°C. The paper was stained with 1% bromophenol blue solution containing $HgCl_2$.

Fig. 1. Paper electrophoretic diagrams of serum proteins of shark and skate of different stages of growth



* Intermediate type of the immature and the mature.

Fig. 2. Electrophoretic diagrams of serum proteins of shark of different stages of growth.

Phosphate buffer pH 7.8, μ 0.14, dE/dx 5.5～6.0 volts/cm., duration of electrophoresis 3000 sec., temp. 10°C., protein concentration 1.6～1.8g./dl.

更に胎児を身籠つていたシロザメでも，同一群に属する他のシロザメと極めて類似した泳動図を示した（Fig. 1 参照)。なお，第IX報[2] で述べた如く Tiselius 法は濾紙泳動法に比べて優れた分析精度を有するので，著者は各実験共に定量的検討には，主として Tiselius 法を採用している。しかし本実験に用いたアカエイの成魚（1例）からは，同法の分析を行うに足る量の血清を入手し得なかつたので濾紙泳動法による検討を行つた。従つて同一方法による結果を比較する意味で，アカエイのみは各供試群共に濾紙泳動法の分析値を採用することにした。

相対易動度　：外海で捕獲されたシロザメ（成魚）の血清蛋白質には泳動的に Globulin 区分しか認められないことについては既に第VIII報[1] で述べた。即ち該魚の血清蛋白質には，その易動度から海産硬骨魚にみられた区分 f も，人間の血清 Albumin に相当する区分 I も，共にみられないのであるが，河口帯で捕獲した幼魚には Fig. 2 及び Table 1 の結果からも了解されるように，区分 I に相当する高易動度成分が明らかにみられ，又濾紙泳動法によつて検討したアカエイの成魚と幼魚の血清蛋白質組成にも同様な相違のあることが認められた。

濃度比　：供試魚の血清総蛋白質量と各蛋白質成分の濃度比を Table 1 に示した。

一般にサメ類は硬骨魚に比べて血清の総蛋白質量が著しく少いことについては，既に第VIII報[1] で述べた

Table 1. Electrophoretic analyses of serum proteins of shark and skate of different stage of growth

Species	Growth stage	No. of serum examined	Total protein (g./dl.)	Component					
				Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ′	
シロザメ *Mustelus griseus*	Mature	6	3.6		35.9	11.1	19.4	33.6	
					83.5	63.7	48.9	17.9	
	Immature (Ⅰ)*	3	2.9	4.6	27.3	14.2	18.5	35.4	
				102.6	84.3	65.2	50.5	18.2	
	Immature (Ⅱ)	9	2.7	32.1	6.2	13.5	17.7	30.4	
				98.0	81.4	63.3	52.4	17.8	
				1	2	3	4	5	6
アカエイ** *Dasyatis akajei*	Mature	1	3.7		23.7	9.2	29.3	31.7	6.1
					87.3	56.6	29.1	10.3	−12.1
	Immature	5	2.6	24.6	15.1	16.8	35.3	8.2	
				98.2	84.5	58.6	87.2	12.2	

For each component, the value for the first reading are given in per cent of total protein, for the second reading in relative mobility.

* Intermediate type of the immature and the mature.
** Results of paper electrophoresis.

が，本実験の結果によると，その幼魚は成魚より更に少い値を示す。

次にシロザメの成魚と幼魚との各成分の濃度比を比較すると区分Ⅲ，Ⅳ及びⅣ′間 に大差はないが，区分Ⅰ及びⅡ間ではかなりの差がみられ，しかも両区分の濃度比の増減現象には相互関係があるようにも考えられる。又本実験の結果によると血清中に区分Ⅰの存在が認められる幼魚は，更らにその濃度比の高低によつて2群に分けられるようである。その 第一群 (Table 1 の Immat. Ⅰ に該当する) は区分Ⅰの濃度比が極めて小さく，泳動図 (Fig. 1 中の** 印の図と Fig. 2 中の*印の図に該当する) 上では区分Ⅱの基底近くに肩のようにみられるものである。これに対し 第二群 (Table 1 の Immat. Ⅱ に該当する) は区分Ⅰが区分Ⅱよりもかなり高い濃度比を示し，泳動図上では明らかに独立峰として認められるものである。即ちシロザメの幼魚の第一群は，高易動度区分の濃度比が成魚と第二群との中間的性質を有するものと考えられるので，本報では一応中間移行型として区別した。なおこの型は供試幼魚の 12 例 (平均体重，870g) 中比較的大型の3例 (平均体重 1210g) にみられた。

次にアカエイの成魚の血清蛋白質では区分2及び5の濃度比が高いのに対し，幼魚では，区分1がかなり高い濃度比で認められた。しかし実験に供した幼魚 (5例) 中にはシロザメの中間移行型に該当するような泳動図を示すものはみられなかつた。

考　　　　察

供試軟骨魚の成魚と幼魚の血清蛋白質組成に前述の如き相違が認められたが，これらの結果を供試魚 (主としてシロザメ) の成長過程と外部環境に対する体滲透圧の維持調節作用とに関連ずけて若干の考察を試みた。

一般にこの種の検討には実験材料の生活史を明らかにする必要がある。シロザメに関しては沿岸性のサメであることは知られているが[3]，その棲息環境とか成長過程についての報告は，著者の調べた得た限りではみあたらないようである。次に本実験に用いた該魚について地曳網の操業期間中 (3月から7月) に観察した結果を述べる。即ち操業の当初 (3月) には胎児を身籠つている成魚 (平均体重 2760g) が屢々捕獲されたが，この成魚の出現は一時的であつて4月上旬以降はみられなくなり，その間に出産後間もないと思われる稚魚 (体重 250g 以下) が漁獲物に混在してみられた。一方4月下旬より小型の幼魚がとれ始め，更に操業の終了期 (7月) には大型の幼魚 (平在体重 1120g) が多くみられるようになる。これらの胃の内容物は主として河口帯に棲むカニ類であつた。このような出産及び成長に関する現象がシロザメに普遍的なものであるか否かは不明であるが，少なくとも本実験で対象としたシロザメの幼魚に関しては，河口帯で出産してから，かなり成長する迄その附近に棲息し，次いで河口帯より離れると云う過程が一応推察される。その場合に先ず考えられるのは幼魚と成魚とでは各々滲透圧の異なる外部環境に棲息していたと云うことである。

BALDWIN[4] によれば外部環境の異なる海産軟骨魚と淡水産軟骨魚の血液では略々等量の塩類を含むが，環境の滲透圧に対する適応現象として尿素量にかなりの相違がみられるとのことである。又海産軟骨魚の場合でも外部環境の滲透圧（Δe）の変化に応じて体内の尿素量を増減し得ることは DAKIN[5] 及び HUKUDA[6] の報告によつても明らかである。本実験に用いた幼魚は勿論淡水産に属するものではないが，その棲息環境より考えて汽水産とも云うべき試料と思う。従つて血清中の非蛋白態窒素量は海産の成魚と異なることも予測されるので，若干の検討を加えた結果，幼魚より成長するに従い，その量は増加する傾向がみられた（詳細は後報する）。これらの結果より海産軟骨魚の体内に保持される非蛋白態窒素量（主として尿素及び Trimethylamine oxide 量）は Δeに応じて変化し得ることが諒解される。又軟骨魚は体内に該窒素化合物を特異的に多く保持するために，内部環境の滲透圧（Δi）は Δe よりも幾分高い値を示すことが知られている。[4,7,8] しかし Δi と Δe の勾配は，同一環境に棲む硬骨魚に比べて極めて小さいから，海中生活には滲透圧的に有利と思われる。これに対し海産硬骨魚の場合には，その滲透圧勾配より考えて，体内に水分を保持することは切実な問題となるが体組織に若干の水分調整機能がみられると報告されている[4]。著者はこの機能の他に，該魚の血清に特に多くみられる区分 f が，その水和性によつて貴重な水分を体内に保持すると同時に，自由水の減少に伴う体滲透圧の増大作用に関与すかのではないかと推察している（第Ⅷ報[1] 参照）。

ところで，供試軟骨魚の血清には，区分 f の存在は認められないが，前述の如く該魚は水分の逸散を防ぐ手段として，体内に低分子化合物を特異的に多く保持すは機構を有している[4]。又 Δi が Δe より高いために，コロイド的滲透圧の高い血清蛋白質成分の存在によつて Δi が幾分でも高くなることは，硬骨魚の場合とは反対に滲透圧的に不利となる。従つて区分 f の機能に関する著者の考察が妥当とすれば，軟骨魚の場合には該区分の存在しない方が合理的であるとも考えられる。更に供試軟骨魚（成魚）の血清には区分 I（哺乳動物の血液におけるコロイド的滲透圧の要素[9,10,11,12] として重要視される Albumin に相当する成分）の存在もみられなかつた。これに対し，幼魚の血清には，発育過程によつて量的な消長はあるにしても，区分 I は明らかに認められた。この区分は軟骨魚の発育初期にみられる本質的成分であるか否かは不明であるが，各種哺乳動物は勿論淡水魚等の血清にも広く認められるから，外部環境に対するコロイド的滲透圧の要素としては前述の区分 f と同様に取扱い得ない成分と思われる。又幼魚は成魚に比べて血清総蛋白質量が少いこと並に軟骨魚の場合には前述の如く非蛋白態窒素量が体滲透圧の支配的要素をなすことより幼魚の血清にみられた区分 I は，体滲透圧に大きな影響を及ぼすとは思われない。しかし幼魚の成長に伴つて，血清中の区分 I の濃度比は減少するのに対し，非蛋白態窒素量が増加の傾向を示すことは，両成分の機能的関連性について何等かの示唆を与えはしないだろうか。

以上要するに，著者は棲息環境と成長過程の異なる軟骨魚の血清蛋白質組成にみられた電気泳動的特性を，主として体滲透圧の維持調節作用と関連ずけて若干の考察を試みたのであるが，その特性の意義をより良く理解するためには，該蛋白質の各成分につき，他の機能的見地からも並行的に検討する必要がある。この点については本考察の不備の点と共に今後更らに追試する予定である。

要　　約

1）供試軟骨魚（シロザメとアカエイ）の外海で捕獲された成魚と河口帯で捕獲された幼魚とについて，血清蛋白質の電気泳動的性質を検討したところ，両者の該蛋白質組成は量的にも又質的にも異なることを認めた。即ち成魚の血清蛋白質には，その易動度より Globulin 成分しかみられないのに対し，幼魚の血清には人間の血清 Albumin に該当する成分（TISELIUS法の区分 I，濾紙泳動法では区分 1 に相当する）が認められた。

2）シロザメの幼魚中には，幼魚から成魚えの中間移行型とも考えられる血清泳動図を示す一群が認められ，しかもこの型は比較的大型の幼魚の血清にみられた。

3）両供試魚の血清総蛋白質量には成魚が幼魚より高い値を示す傾向が認められた。

以上述べた結果を供試魚の成長過程並に体滲透圧の維持調節作用と関連づけて若干の考察を試みた。

終りに本研究を行うに当り，種々御助言を賜つた本学部高田幸二教授並に実験に御協力された鹿児島県水産試験場上田忠男氏に深謝する。なお，生体の生理的滲透圧に関して御教示を賜つた，東京大学伝染病研究

折曽良忠雄助教授、同医学部生化学教室東恵彦氏、富山大学工学部浅岡忠知教授及び京都大学化学研究所後藤廉平教授に心から謝意を表する。

文　　献

1) 斎藤　要：本誌. **22**, 752 (1957).

2) 同　　上：同　　上, **22**, 760 (1957).

3) 松原喜代松："魚類の形態と検索", 石崎書店, 東京 (1955), pp. 117.

4) E. Baldwin : "An Introduction to Comparative Biechimistry" **3** rd ed., Cambrige University Press., (1949), pp. 2.
"Dynamic Aspects of Biochemistry", Cambrige University Press., (1949), pp. 225

5) 川本信之："魚類の生理", 養賢堂, 東京 (1935), pp. 13.

6) K. Hukuda : *Brit. J. Ext. Biol.*, **9**, 61 (1928).

7) F. Vles : "Cours de Physiqus Biologique". Vigot Freres Editeurs, Paris (1927), pp. 113.

8) 野村七録："生物理化学", 共立社, 東京 (1931), pp. 112.

9) F. Wuhrmann und C. Wunderly : "Die Bluteiweissköper des Menschen", Benno Schwabe & Co., Basal, (1952), pp. 141.

10) G.S. Adair and M.E. Adair : *Proc. Roy. Soc.* (Lndon), **A190**, 341 (1947).

11) M.A. Lauffer : *Chem. Revs.*, **31**, 561 (1942).

魚体或は魚肉内へのオーレオマイシンの浸透及びその加熱破壊速度*

富山哲夫，米　康夫，三ケ尻和男
（九州大学農学部水産化学第一教室）

Penetration of Chlortetracycline into Fish Flesh or Round Fish and its Heat Inactivation

Tetuo TOMIYAMA, Yasuo YONE, and Kazuo MIKAJIRI

TOMIYAMA *et al*[5]) reported that a dip in CTC-solution and/or a storage in CTC-ice were markedly effective to keep freshness of round fish. Only limited data, however, are available which show distribution pattern of CTC in the treated fish and the rate of heat inactivation of CTC in the flesh at varying temperatures. The objective of this paper is to answer these questions which are of importance from standpoint of fishery technology as well as public health. The following results are obtained by employing a modified pad-plate method for the determination of CTC.

1. Except for pilchard and a small mackerel no penetration of CTC occured into the flesh of several species of round fish after a 27-hour storage in chilled sea water containing 100 p. p. m. of citric acid and 10 p. p. m. of CTC.

2. After a 27-hour storage of "ISAKI' in the CTC-sea water no CTC was found in the flesh or the viscera while it was found in both skin and gills.

3. When bonito fillet was immersed in the CTC-sea water, it was found that CTC readily penetrated into the flesh.

4. The rate of heat inactivation of CTC which was included in bonito flesh increased remarkably with the rise of temperature. A linear relationship was obtained between the residual CTC (%) the logarithm of the time of heating.

I 緒　　言

魚類の鮮度保持に対してオーレオマイシン（化学名 chlortetracycline，以下 CTC と略記）が極めて有効であることは最近かなり多数の研究によつて立証されている。フィレー及び内臓抜きの魚体については TARR 及び共同研究者[1)2)]，FARBER[3)]，FIRMAN 及び共同研究者等[4)]の研究があり，魚体のまゝ（round fish）のものについては富山及び共同研究者[5)]の報告がある。

しかし，もしも CTC 処理によつて多量の CTC が魚体内に浸透するならば，日常魚類の摂取と共に CTC を食下することになるので，腸内細菌の型及び数の変化，病源菌の CTC 耐性等の問題が食品衛生の見地から提起される。従つて round fish 或は魚肉を CTC 処理した場合の魚体内或は魚肉内への CTC の浸透量及び加熱による魚肉中の CTC の破壊速度に関する正確な知識をえることは水産業の立場から必要であるだけでなく，食品衛生の点からみて極めて重要なことである。

この問題を解決するためには，適当な CTC の微量定量法が必要である。著者等は最近 KOHLER 及び ABBEY[9)] の提出している pad-plate 法が本研究に適しているか否かを吟味した結果，入手し難い培地の成分及び標準曲線の求め方について多少変改を試みて満足すべき結果をえた。夫故に本報告においてはこの方法を利用して，（1）数種の round fish 或は魚肉を CTC—海水に浸漬した場合の CTC の浸入量，（2）CTC—海水に浸漬した round fish 内における CTC の分布，（3）CTC を吸収した魚肉の加熱に

1957 年 2 月 12 日受理（印刷費負担）
* 本研究の大要は 1956 年 10 月 9 日広島に於ける日本水産学会大会で発表した。

よる破壊速度に関する研究を行つた。

II 実 験 の 部

1. 魚肉中の CTC の定量法

CTC の定量法としては，比色法[6]，カップ法[6]，比濁法[6]，重層法[7]，pad-plate 法[8)9)]等がある。しかしこのうち pad-plate 法以外は魚肉組織中の微量 CTC の定量には用い難い。最近 KOHLER 及び ABBEY[9] は pad-plate 法による筋肉中の CTC 定量法に *Bac. cereus* No. 5 の胞子を用うる方法を提出している。

依つて著者等はこの方法につき予備試験した結果，培地の成分が入手し難かつたこと及び標準曲線の作成に不備の点があることを認めたので，原法を多少変改した。

a. 培地の組成と inoculum の調製： KOHLER 及び ABBEY は GRADY 及び WILLIAMS[8] の培地を inoculum の培地に用い，検定用には Difco brain heart infusion を用いている。これらの培地成分のうち trypticase-soybroth (BBL)，beef extract 及び Difco brain heart infusion は入手できなかつたので，著者等が調製したカゼインの酸分解物及びカツオ肝自己消化物で代用した。その組成は Table 1 に示す通りである。なお GRADY 及び WILLIAMS[8] は base layer を使用せずに seed layer のみを薄くした場合に感度がよくなると報告しているので，著者等も seed layer のみの培地を使用した。

Table 1. Culture medium for assay

Peptone	3.0 g
Dry yeast	1.5 g
Liver extract*	0.75 g
Glucose	0.5 g
Casein hydrolysate by acid**	20 cc
Agar	5.0 g
Water	480 cc

* A solubilized bonito liver prepared by TOMIYAMA's method.

** Equivalent to 2 g of casein.

inoculum は次のようにして調製した。培地 300 cc を 121°C で 10 分間高圧加熱殺菌し，これに *Bac. cereus* No. 5 を接種し，37°C で 4 日間振盪培養する。なお培養 48時間及び 72 時間後に培地 1cc 当り Mn^{++} として合計 5γ になるように第一硫酸マンガンの稀溶液を加える。この培養法によつて大部分の細胞は胞子化しているので，これを遠心して上澄液を除き，殺菌した 3％食塩水で 3 回洗滌後，遠心して胞子を 30cc に懸濁する。この懸濁液を 70°C で 30 分間加熱した後，冷蔵庫に保管する。なおこの胞子懸濁液の最適使用量は予備試験の結果によると，培地 100cc 当り 2cc であつた。

b. 魚肉からの抽出： 供試魚肉 20 g に CTC 抽出液（アセトン 65 部，水 30 部及び 4N 塩酸 5 部）100cc を加え，ミキサーでよく混合細切した後，CTC 抽出液で原容量に充す。これを遠心して上澄液を分ち，10 N 苛性ソーダで pH 4.2 に調製した後に CTC の生物検定にかける。

c. 標準曲線： 原法[8)9)]では組織抽出液に既知量の CTC を添加して標準曲線をつくるように指示してある。しかし著者等が魚肉に既知量の CTC を添加して抽出し，回収率を原法の標準曲線を用いて検討した結果では，85± 2％であつた。従つて原法に記載の標準曲線は魚肉の場合には不適当と思われるので次のように変改した。

魚肉粥 20 g に 200 γ の CTC を添加しよく混合した後，前記抽出剤 100 cc を加えて前項記載の方法で抽出，定容，遠心し，遠心液の pH を 4.2 に調整する。他方 CTC を添加しない魚肉を同様に抽出剤で処理した抽出液で前記の CTC を含む原抽出液を 2 倍づゝ順次に稀釈して 2 γ/cc から 0.062 γ/cc までの濃度のものをつくる。この各濃度のものを pad-plate に吸収させ，次に示す検定操作に従い *Bac. cereus* の発育阻害帯の直径を測定する。その値を相当する濃度の対数値に対し図示し，標準曲線をつくる。

d. Assay の操作： Table 1 に示した組成の培養液 25 cc を 121°C で 10 分間高圧加熱滅菌し，60°C に放冷した後，*Bac. cereus* No. 5 の胞子懸濁液を混和し，次に平担な底をもつ径 7吋の ペトリ皿に流し込み，定量用の seed layer をつくる。他方，径 1/4 インチの paper-pad (Carl Schleicher & Schull, 740 E) を前記の抽出液に浸漬し，余分の液を除いた後にペトリ皿の seed layer 上に並べる。ペトリ皿は 4°C に 1—2 時間放置後に 27°C の恒温器に入れて 12 時間培養する。paper-pad の周囲にできた阻害帯の直径を測定し，標準曲線と比較して CTC の濃度を求める。

2. 研究材料及び CTC による処理方法

使用した CTC 製剤は純度 89％のものであり，日本レダリー会社より供給された。実験に用いた魚類はイサキを除いてはみな市場より入手したもので，づいれも良好の鮮度を保つていた。

CTC の浸漬処理には多くの場合 100 ppm のクエン酸を含む海水に，CTC として 10 ppm を含むように CTC 製剤を溶解したもの（CTC—海水と略記）を 4°C に冷却して使用した。この海水の pH は 5.2 を示した。

a. Round fish への CTC の浸透速度の測定： この実験にはイワシ（*Sardinia melanosticta*），サバ（*Scomber japonicus*），アジ（*Trachurus japonicus*）及びタイ（*Pagrosomus major*）の 4種を用いた。魚体は 4°C の CTC 海水 1 Lに対し 200 g の割合で浸漬し，30 時間毎に CTC 海水をとりかえた。一定時間後に供試魚を取り出し，鱗を除き，洗滌後に皮のついたまゝ適当に切断し，CTC の定量を行つた。

b. CTC の魚体内の分布： 漁船より直接生きたイサキ（*Paropristipoma trilineatum*）を求め，死後強直前のものを用いた。これを 4°C の CTC—海水中に浸漬し，一定時間後，外部を少量の水で洗い，次にエラ，皮，肉等を切りとり，これらの CTC を定量した。

c. 多量の魚体を浸漬した場合の海水中の CTC の減少： 4°C に冷却した 160 cc の CTC 海水に 2 尾のアジ（約 160 g）を 30 分間浸漬し，これを取り出して後，同量のアジの 30 分間浸漬を更に 3 回実施した。なおこの場合の標準曲線の CTC レベルは 20 γ/cc から 1.25 γ/cc までの濃度とし，各回浸漬液は稀釈せずそのまゝ測定し，各液共 3 つの測定値の平均をとつた。

d. 魚肉中への CTC の浸透： 5 cm 角に切りとつたカツオ肉の数ケを 4°C に冷却した CTC—海水 1L に浸漬し，1 時間後及び 5 時間後に適当量取り出し軽く洗滌した後，この肉の表層 10 mm 迄の肉層と 10 mm より 20 mm 迄の肉層とを切りとり，それぞれの部分の CTC を定量した。

e. 肉に含まれる CTC の熱による破壊： 大きさ 1.3 cm 角，重さ 3.0—3.4 g のカツオ肉を，4°C に冷却した CTC の 50 ppm を含む水溶液に 3 時間浸漬し，充分に CTC を浸透させた。この肉魂は軽く洗滌後，一部の肉魂について CTC を定量したところ，21.0 ppm を含むことを知つた。他方，予め一定温(55°, 76° 及び 93°C）に保つた 10 cc の水を入れた大型試験管に上記の肉魂を 3 ケづつそれぞれ加え，試験管内容は肉が砕けないように注意しつゝ攪拌器で徐々に混和し，一定温度に保つた。一定時間後に試験管を流水で冷却し，内容は全部ミキサーで均一化し，CTC の定量に供した。

III 研究結果及び考察

1. Round fish 中への CTCの浸透

実験の部に記載した方法で数種の round fish を 4°C の CTC—海水（10 ppm）中に浸漬した場合の CTC の浸透速度を測定した。その結果は Table 2 に示してある。この表にみられるようにイワシ及び小型のサバを除いては浸漬 27 時間後においても定量法の精度の範囲では CTC は鱗を取り除いた可食部中に全

Table 2. Penetration of CTC into round fish dipped in sea water containing 10 μg/cc of CTC

Kinds of fish (Body length)	Hours of dip at 4°C					
	0	2	6	27	50	70
Pilchard* (7 cm)	0	1	1	4	—	—
Pilchard (13 cm)	0	1	1.6	2.7	2.8	—
Common mackerel** (14 cm)	0	1	1.5	2.1	—	—
Common mackerel (25 cm)	0	0	0	0	—	—
Horse mackerel† (19 cm)	0	0	0	0	—	2.8
Horse mackerel (24 cm)	0	0	0	—	—	—
Red sea bream§ (8 cm)	0	0	0	0	0	—

* *Sardinia melanosticta*. ** *Scomber japonicus*.
† *Trachurus japonicus*. § *Pagrosomus majar*.

く見出されなかつた。イワシ及び小型のサバの鱗を取り除いた可食部内への浸透は恐らく表皮が薄いこと，鱗で充分に蓋われていないことまた定量用試料中に表皮量が比較的多かつたことなどに原因すると推察される。

Table 3. Penetration of CTC into various parts of "Isaki", *Parapristipoma trilineatum* dipped in sea water containing 10 μg/cc of CTC

Tissue	Hours of dip at 4°C			
	0	2	6	27
Flesh	0	0	0	0
Viscera	0	0	0	0
Skin	0	1.0	1.0	1.0
Gill	0	1.0	1.0	1.0

次に新鮮なイサキを 4°C の CTC—海水中に浸漬した場合の体各部における CTC の分布を検討した。その結果は Table 3 に示してある。この場合，浸漬後2時間には既に表皮及び鰓に CTC が浸入していたにもかかわらず，筋肉及び内臓中には浸漬 27 時間後でさえも CTC は浸入しなかつた。またアジを同様に 4°C の CTC—海水中に浸漬 6 時間後，表皮下 5mm 厚さの筋肉層内への浸入を検したところ， CTC は定量法の精度の範囲内において全く検出されなかつた。

round fish が CTC を吸収し難いことは次の間接的な実験からも裏づけされる。4°C の CTC—海水に同量のアジを 30 分間順次に 4 回浸漬した場合，各浸漬後の CTC 濃度は最初 10.0 のものが 10.1，10.1，10.0 及び 9.8 の値を示した。即ち実験誤差の範囲内では殆んど減少がみられなかつた。もし魚体が 1 ppm の CTC を吸収したとすれば，一回の浸漬で CTC 濃度は 10％ 減少し，各回の濃度は 9.0，8.0，7.0 及び 6.0 ppm 減少すべきである。しかし CTC の浸入する部位が表皮及び鰓であるから，もしこの部位が魚体の 5％を占めると仮定し，更にこれらの部分での CTC の浸透量が 1 ppm と仮定すれば，浸漬各回の濃度は 9.95，9.90，9.85 及び 9.80 と減少すべきであつて．上記実験値と近似している。この推定計算からわかるように round fish による CTC の吸収量は極めて少いことが理解できる。またこの結果は魚体の鮮度保持に要する CTC の量が如何に少量でよいかを示唆するものである。しかし実際の問題としては浸漬を続けることにより CTC—海水は甚しく汚染するので，CTC の減少量は少いに拘らず取換える必要があろう。

Steiner 及び Tarr[10] は内臓抜きの gray cod を CTC 氷で氷蔵した場合には CTC の浸入は極めて少量で，しかも主として腹腔内と皮の部に起ることを認めた。また冷却した CTC—海水に貯蔵した場合に比し CTC 氷による貯蔵の場合には CTC の浸入量が少いと報じている。最近，著者等[11]は内臓抜きのキハダマグロ（*Neothunnus macropterus*）を漁獲後直ちに 5 ppm の CTC 氷で氷蔵し，60 日後魚体各部の含量を測定したところ，腹部肉と表皮に 0.2—0.5 ppm の CTC が認められたが，他の部分の肉中には全く認められなかつた。

本研究の結果並に Steiner 及び Tarr の結果は CTC 処理による魚体の鮮度保持のメカニズムに対し重要な示唆を与えると共に食品衛生上の重要な資料を提供するものといえる。即ち round fish の CTC 処理は魚体表面の細菌の発育を抑制し，魚肉内への細菌の浸入を遅らせることにより鮮度保持の効果をあらわすもので，既に筋肉内に浸入した細菌の発育抑制には効果が期待できないといえる。このことから富山等[5c)5d)]が報告したように，漁獲直後で細菌が筋肉内に浸入していない新鮮な魚体を速に CTC 処理することによつて最大の効果が収められることも理解できる。本研究並に Steiner 及び Tarr[10] の研究の結果から判断すると，CTC 氷を round fish の鮮度保持に使用することは，CTC が筋肉に殆んど浸透しないので，食品衛生上最も安全な鮮度保持方法といえる。

本研究によつて小型魚類を除いては CTC 処理した round fish の筋肉内へは CTC が殆ど浸透しないことが明かになつたので，この処理魚を生食したとしても日常 CTC を食下する懸念はないといえる。わが国ではマグロ類のような大型魚の二三を除いては魚類は round のまゝで消費に向けられるので，この点一層安全である。また一般に魚類は加熱処理して摂取することが多いので， CTC の加熱破壊速度の項にみられるように，CTC の大部分は破壊するので CTC を食下することは全くないといえるであろう。

2. CTC の魚肉内への浸透及び浸透 CTC の熱による破壊

CTC—海水に浸漬したカツオ筋肉へ CTC がどの程度浸透するかを測定した結果は Table 4 に示してある。この表から明らかなように round fish の場合と異り，CTC は比較的容易に筋肉内に浸透し，5時間の浸漬で表面より 2 cm の層迄浸入した。しかし CTC の浸透速度が遅いことから考えると，筋肉の深部に浸

入した細菌の発育を CTC の浸漬処理のみで抑制することは極めて困難であろう。

鮮肉を CTC—海水に浸漬した場合の CTC の浸入が内臓抜きの魚体を浸漬した場合より速かなことは FIRMAN 等[4] の結果からも明かである。即ち同一魚種ではないが，scrod の生肉を CTC—海水に 10 分間浸漬すると，CTC の浸透量は内臓抜きの butter fish を同様に処理した場合より遙かに大であることが示されている。

Table 4. Penetration of CTC into block of bonito flesh (5×5×5cm) held in sea water containing 10 μg/cc of CTC at 4°C

Hours dipped	1	5
Outer parts (0—10mm)	1.2	2.4
Inner parts (10—20mm)	0	1.0

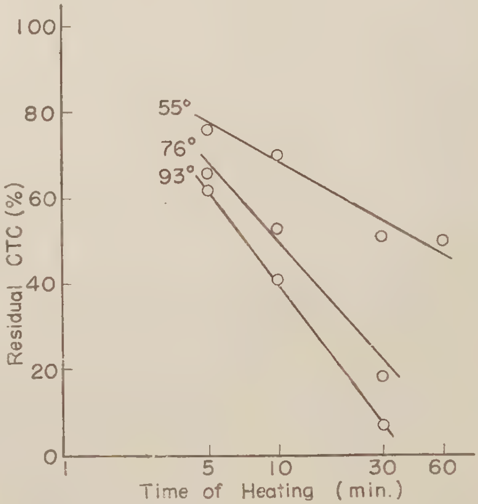


Fig. 1 Relationship between residual CTC and time of heating at varying temperatures.

筋肉内に浸透した CTC の耐熱性については，TARR 及び共同研究者[2] は磨砕した ling cod 或は coho salmon の肉に 5γ/g の CTC を加え，これを 100°C に 30 分加熱した場合，その 10％が残存していたと報告している。また最近 STEINER および TARR[10] は一般の料理条件（内部温度 82—99°C）では添加した CTC の 80—90％は破壊できるであろうと推定している。しかし筋肉中の CTC が各種温度においてどの程度の速度で破壊するかについては研究がなされていない。依て 21 ppm に達する多量の CTC を吸収したカツオの筋肉を用いて 55°, 76° 及び 93°C における熱破壊速度をみた。その結果は Table 5 に示す通りである。この実験では肉の内部温度の測定を行わなかつたので，所定の温度にまだ達していない短時間内の破壊率は近似値に過ぎないと思われる。

Table 5. Residual amount of CTC in bonito flesh after heating at varying temperatures

Time of heating (min)	Temperature of heating (C) 55		76		93	
	p.p.m.	%	p.p.m.	%	p.p.m.	%
0	21.0		21.0		21.0	
5	16.0	76.2	14.0	66.7	13.0	61.9
10	15.0	71.4	10.7	53.5	8.7	41.4
30	11.0	52.4	4.0	19.0	1.6	7.61
6	10.0	50.0	0.0	0	0.0	0

筋肉内の残存 CTC 濃度（％）を加熱時間（分）の常用対数値に対し図示すると，誤差の範囲内で Fig. 1 に示すように各温度に固有の直線関係がえられる。この実験では実験数も少く且内部温度の測定も欠いでいるので，この直線から CTC の熱破壊の温度係数を求めることは困難である。しかしこの図から近似的には，肉中の CTC が 10％となる為には 93°C で 26 分，76°C で 45 分を要することが求められる。一般の料理或いは食品加工の条件では CTC を多く含む表皮及び肉の外層は中心部より早く所定の加熱温度に達するので，この場合の破壊速度は本研究でえた破壊速度よりも多少速かであろう。

鮮度保持のための CTC 処理では，鮮度保持効果が CTC 濃度に比例しないこと[5a] 及び CTC の価格の点

から考えて，恐らく 10 ppm 以上を使用することは稀であろう。従つて 10 ppm の CTC で処理した鮮肉を一日 100 g（肉蛋白として約 20 g）生食したとすれば，Table 4 に示した結果から推定すると最大 0.2 mg の CTC（全食糧乾物当り約 0.3 ppm）を食下することゝなる。しかしこれを 10—20 分間煮沸処理して摂取すれば一日 100 g をとつても CTC の食下量は 0.02—0.04 mg 程度に過ぎないであろう。最も極端な場合即ち 0.2 mg CTC を食下した場合に腸内細菌叢がどれだけ変化するかについては勿論実験的研究が必要である。しかし米国において数年間実用している CTC 含有飼料（飼料乾物当り 20 ppm CTC）から家畜が CTC を食下している量は遙かに多量である。この比較的多量の CTC の食下が家畜の生長を促進することは疑いのない事実であるが，その作用機構についてはまだ完全に解決されていない。しかしこの機構の一つとして腸内細菌叢の改善があげられている。夫故に家畜の場合の添加濃度の約 1/70 以下の CTC の濃度では腸内細菌叢の改善は恐らくみられないであろう。

Ⅳ 総　　括

著者等の変改した Pad-plate 法を用いて，数種の round fish 或は魚肉を CTC 液に浸漬処理した場合における CTC の魚体内への分布或は筋肉への浸透量を定量し，更に筋肉内の CTC の熱破壊速度を各種の温度で測定した結果は次のように要約できる。

1. round fish を CTC—海水（10 ppm）に 27 時間浸漬した場合に，イワシ及び小型サバを除いては筋肉中に CTC は検出できなかつた。

2. 新鮮なイサキを CTC—海水（10 ppm）に浸漬した場合には鰓及び表皮に比較的速かに浸透したが，筋肉及び内臓には浸透しなかつた。

3. カツオ筋肉を CTC—海水（10 ppm）に浸漬した場合には比較的速かに CTC は浸透した。

4. カツオ筋肉に浸透した CTC の熱破壊は温度の上昇と共に著明であつた。各温度における CTC の残存量（%）は加熱時間の指数函数で示された。

終りに CTC の定量法の検討に助力された農学士津田厚氏に，また CTC の試料を提供れた武田薬品工業KK及び日本レダリーKKに謝意を表する。

文　　献

1. Tarr, H.L.A., Southcott, B.A. and Bisset, H.M : *Fish. Res. Bd. Canada, Progress Report*, **83**, 35 (1950). Tarr, H.L.A., Southcott, B.A., and Bisset, H.M. : *Food Technol.*, **6**, 363 (1952).
2. Tarr, H.L.A., Boyd, J.W., and Bisset, H.M. : *J. Agric. Food. Chem.*, **2**, 372 (1954).
3. Farber, L. : *Food Technol.*, **8**, 503 (1954).
4. Firman, M.C., Abbey, A., Darken, M.A., Kohler, A.R., and Upham, S.D. : *Food Technol.*, **10**, 381 (1956).
5. a. 富山哲夫，野村稔，黒木俊一：本誌，**21**，262 (1952).
   b. 富山哲夫，黒木俊一，野村稔：本誌，**21**，958 (1955).
   c. 富山哲夫，黒木俊一，前田伝喜，浜田盛治，本田彰：本誌，**22**，120 (1956).
   d. 富山哲夫，米康夫，黒木俊一，野村稔，原昭太郎，七字徹，前田敏弘，小田一郎，松尾俊朗：本誌，**22**，128 (1956).
6. 塩酸AMの力価試験，抗菌性物質製剤基準（厚生省 1953）p. 117—120
7. 井上正男：*J. Antibiotics*, **5**, 306 (1952).
8. Gardy, J.E., and Williams, W.L. : *Antibiotics* and *Chemotherapy*, **3**, 158 (1953)
9. Kohler, A.R., and Abbey, A. *unpublished*
10. Steiner. G., and Tarr, H.L.A. : *Canadian J. Tech.*, **34**, 215 (1956)
11. 富山哲夫，米康夫，三ケ尻和男，天野卓郎：未発表（chlortetacycline によるマグロの鮮度保持）

魚油の変敗に関するポーラログラフ的研究—II.

菊 池 武 昭・岡 田 郁 之 助
(東 京 水 産 大 学)

Polarographic Studies on the Rancid Fish-Oil—II.

Takeaki KIKUCHI and Ikunosuke OKADA

The authors already reported that the difference of polarographic wave among fresh and oxidized whale oil indicated to the possible usefulness of the polarographic method for the study of autoxidation of fats and oils.

In this paper the authors made same investigation on several other fats and oils, sardine oil, tunny fish oil, calamary oil lard, beef tallow and soy bean oil.

The oxidized fats and oils showed polarographic waves, and the reduction potential of them were -0.4 V, -1.2 V and -1.9 V vs S.C.E.

In all oxidized samples the same results were obtained, while in the fresh fats and oils two waves, reduced in -0.4 V and -1.2 V vs S.C.E. were observed as in the case of the oxidized fats and oils, but the third polarographic wave having a half-wave potential of -1.9 V vs S.C.E. was not observed.

In this peper the following experiments are involved.

1. Comparison of fresh and oxidized fats and oils by polarograms. (Table 1 and Fig. 1)
2. Increase and decrease of waves reduced in -0.4 V, -1.2 V and -1.9 V vs S.C.E. during the autoxidation. (Table 2 and Fig. 2)

緒　　言

著者等は前報[1]において油脂の変敗を追求する手段として，ポーラログラフ法応用の可能性を述べ，予備実験について報告した。鯨油を試料とした予備実験において未酸化と酸化魚油の間に明瞭なポーラログラムの差を認め，この還元波によつて油脂の変敗を追求し得ると考えた。本報においては他の油脂について同様な事が云えるかどうか，また油脂酸化に伴うポーラログラフ波の消長を考察し，幾分吟味を加えた結果を報告する。

実　験　の　部

1. 実験方法

使用したポーラログラフは前報記載のものと同一である。

油脂試料には魚油としてイワシ油，マグロ油，軟体動物油としてイカ油，水棲哺乳動物油として鯨油，陸上哺乳動物脂として牛脂，豚脂，植物油として大豆油を使用した。此等油脂の性状は Table 1 の一部に示す。

上記７種の油脂試料各々１g. に 0.1 N LiOH 50 ml. を加え激しく５分間振盪後 LiOH 層を濾別して電解液とした。

酸化油脂試料は上記の７種を夫々室温に，１年間放置，シャーレー中で直射日光下で１月放置，濾紙に附着させ１月室温に放置，加温 (50°C) 通気の４種の酸化法をとり，同一の電解液調製によりポーラログラムを求めて比較考察した。

油脂酸化に伴うポーラログラフ波の消長を追求するため加温 (50°C) 通気によつて酸化せしめたものを一定間隔で取出しポーラログラムをとり，他の化学的方法即ち過酸化物量，カルボニル量，クライス反応，シッフ反応，参考として酸価，沃素価等と比較考察した。

1957 年１月 19 日受理

Table. 1. Characteristics of initial and oxidized fats and oils

Sample \ Method of test	Acid value	Iodine value	Peroxide value (M.M./kg.)	Carbonyl (mg.%)	Kries test	Shiff's test
Sardine fish oil	5.36	180.5	0.12	0	−	−
oxidized	15.42	156.5	115.2	72.5	+	+
Tunny oil	9.40	198.7	0.65	0	−	−
oxidized	17.25	153.8	90.15	45.0	+	+
Calamary oil	12.70	219.9	3.89	0	−	−
oxidized	28.72	163.4	129.69	57.0	+	+
Whale oil	1.93	141.0	0.12	0	−	−
oxidized	8.25	89.0	51.5	64.0	+	+
Lard	0.55	99.7	0.10	0	−	−
oxidized	7.24	80.5	92.10	42.0	+	+
Beef tallow	3.54	55.8	0.05	0	−	−
oxidized	11.44	48.7	72.80	39.0	+	+
Soy bean oil	0.10	137.0	0.05	0	−	−
oxidized	7.65	102.5	92.50	54.0	+	+

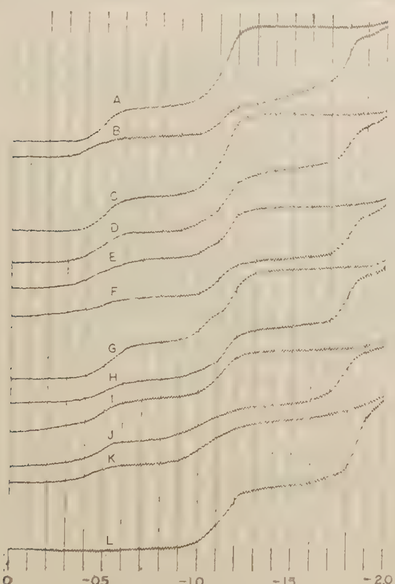


Fig. 1. Comparison of polarograms in fresh and oxidized fats and oils in 0.1 N LiOH. A and B, sardine oil ; C and D, tunny fish oil ; E and F, calamary oil ; G and H, whale oil ; I and K and L, beef tallow. A, C, E, G, I and K were fresh fats and oils and B, D, F, H, J and L were oxidized fats and oils. Oxidized fats and oils were oxidized by aeration at 50°C for 9 days.

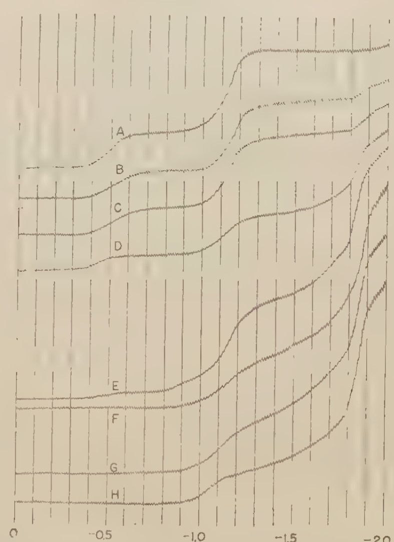


Fig. 2. Increase and decrease of the polarographic waves during the oxidation of whale oil. A, fresh whale oil ; B, C, D, E, F, G and H, oxidized whale oil by aeration at 50°C, for 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9 days, respectively.

2. 実験結果及び考察

Fig. 1 に示す如く，7種の加温（50°C）通気を行つた酸化油脂試料には共通的に −1.9 V vs S.C.E. 附近に明瞭な還元波を生じた。未酸化の各試料にはこの還元波が観測されぬので −1.9 V 附近に生ずる還元波は油脂の酸化生成物による事が明らかとなつた。室温に1年間放置した場合，シャーレー中で直射日光下で1月放置した場合，濾紙に附着させて室温に1月放置した場合も各々の試料について −1.9 V 附近の還元波が得られた。此等のポーラログラムは Fig. 2 と同一であるので図示する事を省略した。

油脂試料を加温 (50°C) 通気して酸化せしめ，その間のポーラログラフ波の消長と，他の化学的方法とを比較考察した結果の一部を Table 2 及び Fig.2 に示す。

Table 2. Increase and decrease of polarographic wave during the oxidation (whale oil)

Aeration, days		0	1	2	3	4	5	7	9
Acid value		1.93	1.98	1.94	2.90	3.18	3.75	5.35	6.35
Peroxide value (M.M./kg.)		0.13	0.76	3.54	27.3	34.5	52.5	71.1	44.6
Iodine value		141	141	144	133	120	120	105	92
Carbonyl contents (mg.%)		0	0.6	9.5	22	22	36	54	65
Kreis test	R	0.6	1.3	3.3	3.0	1.3	2.0	2.3	1.6
	Y	0	0	1.0	6.0	3.0	1.8	4.0	2.0
	B	0	0	0	0	0	0	1.0	0.1
Wave heigt (−1.9 V)		0	±	9.0	23.0	31.0	39.0	42.0	51.0
Ordor		−	−	−	−	−	±	+	++

油脂の変敗と関係のある −1.9 V 附近に生ずる還元波は油脂の酸化に従つて順次増加し，カルボニル量と傾向を一にするように観察された。

こゝには鯨油の例のみを示したが，他の6例についても同様の傾向にあるので図表は省略した。

酸化油脂を LiOH 支持塩として生ずる還元波は，その析出電位及び生成の可能性から見て脂肪属のアルデヒド或はそれに類似の物質による事が考えられるがここでは断言出来ない。アルデヒドであれば此の還元波によつて油脂の変敗を追求する手段ともなり，簡便でもあるので今後この還元波の由来物質を決定する事に中心を置いて研究を進める予定である。

油脂のポーラログラムに現れる還元波の中 −0.4 V 及び −1.2 V 附近に生ずる還元波も油脂の変敗に関係があると考え，その消長を追求したが，7種の試料何れについて幾分減少の傾向は観察されたが増減は不規則であり目的は達せられなかつた。

野上[2] はメタノール・食塩の電解液中で同様な2つの還元波を認め，これによつて油脂の変敗が追求し得るや否やについて研究したが，これらの還元波高は他の化学的測定と比例的関係は得ていない。同氏はこれらの還元波は油脂の酸化中生ずる不安定な中間生成物によるとの考察を行つている。著者等の実験では支持塩が異るので確と比較するのに難点があるが，2つの還元波高は酸化に従つて幾分減少の傾向があり逆に −1.9 V 附近の還元波が増加するので酸化中間生成物による還元波とも一応考えられぬ事もないが，むしろ酸素の影響と考えられるので次の如き実験を行つた。即ち調製電解液に水素を 30 分，1時間，2時間，の如く通気時間を変えてポーラログラムをとり波高を測定した処，漸減の傾向にあり，特にアルカリ溶液では酸素が駆出し難い点を考えると酸素の影響を考えるのが正しいと思う。水素以外には炭酸ガス，窒素ガス，等の通気についても同様な実験を行つたが同一な減少の傾向が観察された。

従つて現在の段階では油脂を試料とし支持塩に LiOH を用いた場合生ずる −0.4 V 及び −1.2 V 附近の還元波は溶存酸素に影響せられ消長が不規則であるので油脂の変敗追求に応用するのは不適と考える。

摘　　要

1. LiOH を支持塩とし，鰮油，鮪油，イカ油，鯨油，牛脂，豚脂，大豆油の酸化前後のポーラログラムより油脂の酸化を追求し得る明瞭な還元波を −1.9 V vs S.C.E. に認めた。

2. 上記の外，各油脂試料に現われる −0.4 V 及び −1.2 V 附近の還元波について油脂の酸化に関係があるや否や吟味したが溶存酸素の影響があると考えられるが由来物質の確認は行い得なかつた。これら2つの還元波は油脂変敗追求するには不適のようである。

終りに臨み本研究を行うに当り御懇篤な御指導を賜つた京都大学教授館勇博士，実験の援助を頂いた大山靖生，渡辺尚夫氏に深く感謝する。この研究費の一部は文部省科学研究費によつた附記して謝意を表する。

文　　献

1) 菊池・岡田： 本誌 **22**. 9, 589 (1957)

2) 野上・松田・長沢： 薬学雑誌 **71**, 8, 818 (1951)

マグロ筋肉の脂質—I.
普通筋のアセトン可溶性脂肪

五十嵐久尚・座間宏一・片田宗男
（北海道大学水産学部水産化学教室）

Lipids of the Muscle of Tuna, *Thunnus orientalis*—I. Acetone-Soluble Lipid of the Ordinary Muscle,

Hisanao IGARASHI, Kōichi ZAMA and Muneo KATADA

The acetone-soluble lipid was obtained in the yield of 5.14% from the ordinary muscle (free from the dark-colored muscle) of a tuna, *Thunnus orientalis*. This lipid had the properties as shown in Table 1. The composition of mixed fatty acids was found to be as shown in Table 9. The unsaponifiable matter contained 24.26% of sterols, consisting mainly of cholesterol, in which no detectable amount of provitamin D was found.

魚類の血合筋はこれまで肝臓の様な機能を有し；その成分も普通筋に対し大きな差異を示すことが報告されている。魚類筋肉の脂肪成分については LOVERN[1] らによるマグロ，*Thunnus thynnus* 肉脂肪の脂肪酸成分，及びハドツク，*Gadus aeglefinus* とタラ *Gadus callarias* の肉脂質；露木[2] によるブリ，*Seriola quinqueradiata* 肉各部の油脂の性状の研究が行われている。その他は粗脂肪の脂肪酸成分や一般性状についての報告が少数あるのみで，なかんづく血合筋の脂質成分の系統的な検索は全く行われていない。血合筋の粗脂肪が普通筋のそれよりも高い沃素価及びコレステリン含量を示すこと，血合筋の方がリポイド燐に富むことなどが報告されているので両者の脂質構成分に差異のあることが推察される。

著者らはクロマグロ，*Thunnus orientalis* の同一個体から血合筋と普通筋を採取し，脂質成分をそれぞれ分離してその系統的な検索を行い，両者における成分の検討を試みているが，本報では血合筋と比較するためにまず普通筋から得られたアセトン可溶性脂肪の成分について報告する。なお血合筋のアセトン可溶性脂肪及び普通筋との比較検討については次報にゆづる。

実験及び結果

脂質抽出液などの溶剤溜去，濃縮の如き操作はすべて減圧下 CO_2 気流中で行つた。沃素価は WIJS 法，Br は STEPANOW 変法[3]，N はミクロケルダール法，P は LIEB 法，窒素塩基は LEVINE-CHARGAFF の方法[4] によつた。試料として8月下旬に三陸沖で漁獲されたマグロ（体長 160 cm）の普通筋を用いた。

（1） アセトン可溶性脂肪の調製

魚体左側片身の血合筋に沿つて前背部から後背部にわたつて普通筋を採取，試料 5370 g を磨砕して 3倍量のアセトンを加えて室温で振盪抽出し，圧搾して抽出液と残渣とに分けた。この操作を更に3回くりかえして脂肪の抽出を行つた。これらの抽出液を合してアセトンを溜去，残留物をエーテルで抽出した。エーテル溶液は水洗後乾燥してエーテルを溜去して残渣 288.0 g を得，これに約6倍量のアセトンを加えて分別を行い，この操作を数回くりかえしてアセトン可溶性及び不溶性の脂肪を得た。このようにして得たアセトン可溶性脂肪の収量は 276.2 g でその性状を Table 1 に示す。アセトン抽出残渣は 1960 g で，これはアセトン抽出物からのアセトン不溶性脂肪と共に燐脂質の検索に供した。これに関しては別報にのべる。

（2） 脂 肪 酸

前記のアセトン可溶性脂肪物質 260 g を常法通りアルコール性 KOH で鹸化し，不鹸化物をエーテルで

1957年2月7日受理

Table 1. Properties of Acetone-Soluble Lipid

Yield (from fresh tissue)	d_4^{25}	Acid no.	Sapon. no.	Iodine no.
5.14 %	0.9449	13.9	184.4	142.7

n_D^{20}	Unsaponifiable matter	N	P	Choline	2-aminoethanol	Serine
1.4794	1.88 %	0.12%	0.30%	0.64 %	0.11 %	0.05 %

Table 2. Fractionation of the Mixed Fatty Acids

Fatty acid	Yield (%)	Neutr. no.	Iodine no.	Methyl ester	
				Sapon. no.	Iodine no.
Solid	31.2	211.5	18.0	200.9	16.3
Lower unsaturated	37.4	198.6	107.0	188.7	101.3
Higher-unsturated	31.4	183.9	363.6	174.9	345.0

Table 3. Fractional Distillation of the Methyl Esters of Solid Fatty Acids

Fraction	B.p. °C 3.5 mm Hg	Sapon. no.	Iodine no.	Yield (%)
S—1	—145	242.3	3.5	4.3
S—2	145—148	228.0	3.1	3.8
S—3	148—152	221.1	2.8	3.1
S—4	152—157	217.1	3.0	8.8
S—5	157—162	211.1	3.7	14.6
S—6	162—165	209.6	9.0	19.9
S—7	165—167	207.9	10.0	16.7
S—8	167—170	195.0	8.7	5.0
S—9	170—175	190.9	8.3	2.6
S—10	175—180	188.9	16.6	5.0
S—11	180—185	182.1	26.3	4.9
S—12	185—	174.6	15.9	5.2
S—13	Residue	166.7	81.0	6.1

Table 4. Fractional Distillation of the Methyl Esters of Lower-Unsaturated Fatty Acids

Fraction	B.p. °C/2mm Hg	Sapon. no.	Iodine. no	Yield (%)
LU—1	—131	258.2	28.8	2.1
LU—2	131—136	248.3	29.8	2.4
LU—3	136—141	235.0	30.4	2.7
LU—4	141—146	218.5	44.2	2.5
LU—5	146—150	209.5	76.8	7.7
LU—6	150—155	204.3	86.6	8.7
LU—7	155—160	193.1	90.2	6.9
LU—8	160—163	189.5	99.0	16.4
LU—9	163—165	188.1	101.5	17.8
LU—10	165—168	184.9	104.0	5.9
LU—11	168—173	178.1	115.6	3.7
LU—12	173—178	174.9	120.9	2.4
LU—13	178—183	174.6	135.7	6.8
LU—14	183—188	162.1	141.8	4.0
LU—15	188—	158.1	143.0	3.7
LU—16	Residue	148.7	146.5	7.0

抽出後混合脂肪酸 212 g（中和価 194.1，沃素価 156.1）を得た。混合脂肪酸を鉛塩アルコール法で固体酸と液体酸に分別し，後者を更にリチウム塩アセトン法で低度及び高度不飽和酸に分別し，次にそれぞれを常法によりメチルエステルとした。この結果を Table 2 に示す。これらのエステルを減圧で精密に分溜して Table 3—5 の結果を得た。これらの溜分を鹸化して得た遊離酸から下記の如くに各個の脂肪酸を検索した。

飽 和 酸： 遊離脂肪酸を含水エタノールから再結して Table 6 の結果を得た。

Table 5. Fractional Distillation of the Methyl Esters of Higher-Unsaturated Fatty Acids

Fraction	B.p. °C/1mm Hg	Sapon. no.	Iodine no.	Yield (%)
HU—1	—159	223.6	163.2	0.9
HU—2	159—164	220.8	170.5	2.0
HU—3	164—169	209.8	203.6	4.9
HU—4	169—174	201.7	247.3	5.7
HU—5	174—179	192.3	289.0	9.9
HU—6	179—184	185.5	316.8	6.0
HU—7	184—189	178.0	344.1	12.2
HU—8	189—194	177.2	371.0	20.3
HU—9	194—199	167.3	404.4	20.4
HU—10	199—204	162.5	405.0	8.6
HU—11	204—	152.1	406.0	2.9
HU—12	Residue	148.1	292.5	6.2

Table 6. Saturated Acids

Fraction	Recrystsllized acid		Identified acid
	M.p. °C	Neutr. no.	
LU—1	41.5—42.5	278.5	Lauric
S—2	53.0—53.5	245.5	Myristic
S—3	47.0—48.0	234.6	Myr. and Pal. (1 : 1)
S—5	61.2—61.8	218.8	Palmitic
S—8	54.2—55.0	204.5	Pal. and Ste. (3 : 7)
S—10	69.0—69.5	198.0	Stearic
S—12	72.0—73.0	180.2	Arachidic

モノエチレン酸： 遊離脂肪酸の Hazura 酸化により生じた水不溶性オキシ酸から石油エーテルで未変化酸を除き，含水エタノールから再結してオキシ酸を得た。この結果を Table 7 に示す。

高度不飽和酸： 遊離脂肪酸をエーテル溶液とし，氷冷しつつ臭素化してエーテル不溶臭化物を得た。これを更に熱ベンゼンで処理して可溶性及び不溶性臭化物に分けた。この結果を Table 8 に示す。

Table 7. Monoethylenic Acids

Fraction	Free acid		Oxidized acid		Identified acid
	Neutr. no.	Iodine no.	M.p. °C	Neutr. no.	
LU—3	250.3	32.5	115.3—116.2	217.0	Dioxymyrisitc
LU—5	221.1	79.8	121.0—121.8	195.3	Dioxypalmitic
LU—8	198.7	103.5	135.2—136.2	176.2	Dioxystearic
LU—13	181.2	142.5	124.5—125.5	161.5	Dioxyarachidic
LU—15	164.8	149.9	127.2—128.3	152.3	Dioxybehenic

Table 8. Polyethylenic Acids

Fraction	Free acid		Br content of bromides (%)			Component acid
	Neutr. no.	Iodine no.	Ether-insol.	Hot bezene-sol.	Hot benzene-sol.	
HU—3	222.0	210.3	64.2	——	——	Hexadecatrienoic
HU—5	202.3	300.6	66.0	64.1	69.5	{ Octadecatrienoic Octadecatetraenoic
HU—8	186.4	380.8	70.5	——	71.1	{ Eicosatetraenoic Eicosapentaenoic
HU—10	169.1	413.2	72.1	——	73.0	{ Docosapentaenoic Docosahexaenoic
HU—11	157.8	417.6	71.8	——	72.8	Tetracosahexaenoic

(3) 不鹼化物

混合脂肪酸調製に際して得られた不鹼化物は 4.8 g で，ジギトニンにより測定したステリン含量は 24.26% であつた。不鹼化物を 25 倍量の熱メタノールに溶解後冷却して析出する固体部 1.7 g を濾別し，これをアセトンから 1 回結晶して純白のステリン状の結晶を得た。この m.p. 146.5—147.8°，Liebermann-Burch-

ARD 反応でコレステリンの反応を示し，無水エタノール溶液は 240—300 mμ で極大吸収を示さなかつたので不鹸化物に含まれるステリンは殆どがコレステリンで，共軛ステリンは存在しないものと考えられる。

考　　察

Table 1 の結果からみると，このアセトン可溶性脂肪はコリン，2-アミノエタノール及びセリンを微量に含むことから少量のレシチン，ケファリンの如き燐脂質をも含むようであるが，大部分は非燐脂質であり，酸価が比較的高いこと及び不鹸化物含量の少いことからグリセライドと遊離脂肪酸が主成分と考えられる。

混合脂肪酸を検索した結果，C_{12}—C_{20} の飽和酸，C_{14}—C_{22} のモノエチレン酸，$C_{16}H_{26}O_2$，$C_{18}H_{30}O_2$，$C_{18}H_{28}O_2$，$C_{20}H_{32}O_2$，$C_{20}H_{30}O_2$，$C_{22}H_{34}O_2$，$C_{22}H_{32}O_2$，$C_{24}H_{36}O_2$ の存在を知つたが，各溜分毎に組成を計算して得た混合脂肪酸組成は大要 Table 9 の如くである。

Table 9. Approximate Composition of the Mixed Fatty Acids

Saturated acids (%)		Monoethylenic acids (%)		Polyethylenic acids (%)	
Lauric	1	Tetradecenoic	1	Hexadecatrienoic	1
Myristic	5	Hexadecenoic	8	Octadecatrienoic Octadecatetraenoic	7
Palmitic	18	Octadecenoic	18	Eicosatetraenoic Eicosapentaenoic	14
Stearic	4	Eicosenoic	5	Docosapentaenoic Docosahexaenoic	9
Arachidic	2	Docosenoic	4	Tatracosahexaenoic	3
Total	30	Total	36	Total	34

要　　約

クロマグロの普通筋から得たアセトン可溶性脂肪の成分を検索した。脂肪酸としては C_{12}—C_{20} の飽和酸，C_{14}—C_{22} のモノエチレン酸，$C_{16}H_{26}O_2$，$C_{18}H_{30}O_2$，$C_{18}H_{28}O_2$，$C_{20}H_{32}O_2$，$C_{20}H_{30}O_2$，$C_{22}H_{34}O_2$，$C_{22}H_{32}O_2$，$C_{24}H_{36}O_2$ が存在した。不鹸化物の 24.26％ がステリンで，その殆どがコレステリンと考えられる。

本研究は文部省科学研究綜合研究　魚類の血合肉と普通肉の生化学的研究　の分担として行つた。

文　　献

1) J. A. LOVERN *et al.* : *Biochem. J.*, **30**, 2023 (1936) ; **54**, 126, 128, 559 (1953) ; **55**, 686 (1953) ; **57**, 610 (1954) ; **62**, 99, 107 (1956).
2) 露木秀男 : 本誌, **22**, 490 (1956).
3) 木村和三郎 : 工化, **37**, 1310 (1934).
4) C. LEVINE, E. CHARGAFF : *J. Biol. Chem.*, **192**, 465 (1951).

マグロ筋肉の脂質—II.
血合筋のアセトン可溶性脂肪

五十嵐久尚・座間宏一・片田宗男
(北海道大学水産学部水産化学教室)

Lipids of the Muscle of Tuna, *Thunnus orientalis*—II. Acetone-Soluble Lipid of the Dark-Colored Muscle.

Hisanao IGARASHI, Koichi ZAMA and Muneo KATADA

The acetone-soluble lipid was obtained in the yield of 2.70% from the dark-colored muscle of tuna. This lipid had the properties as shown in Table 1. The composition of the mixed fatty acids was found to be as shown in Table 9. The unsaponifiable matter contained 25.46% of sterols, consisting mainly of cholesterol, in which no detectable amount of provitamin D was found. It was also shown that this lipid contained of less saturated acids, more long-chain polyethylenic acids and more cholesterol than the acetone-soluble lipid of the ordinary muscle.

著者らは前報[1]にてクロマグロ，*Thunnus orientalis* 普通筋のアセトン可溶性脂肪の成分について報告したが，次いで血合筋から得たアセトン可溶性脂肪について同様の検索を行つた結果及び普通筋のそれらとの差異を検討した結果をのべる。現在まで魚類血合筋の脂質の系統的な研究は全くなされていないが，一般的な性状については少数の報告がある。並木[2]は数種の硬骨魚について血合筋のコレステリン量が普通筋に比して甚だ多いことを認め，長谷川[3]はマアジ，ゴマサバ及びホンサバの血合筋の脂肪の沃素価が一般に普通肉のそれらよりも高いことを報告した。また鈴木[4]はフナ血合筋が普通筋の約2倍のリポイド燐を含むことを認めている。その他，数種の魚類について血合筋の粗脂肪含量が普通筋に比して多いことが奥田[5]，富士川及び永沼[6]により報告されており，露木[7]の結果によると2月に漁獲されたブリ血合筋は普通筋に比して含油量少く，油脂の不鹸化物含量高く，混合脂肪酸の分子量が大きい。これらにより両者の脂質構成分に何らかの差異のあることが推察されるものである。著者らはマグロ血合筋及び普通筋のアセトン可溶性脂肪(主として非燐脂質性脂肪)の脂肪酸組成に興味ある差異を認め，更に不鹸化物含量が血合筋において高いことをみた。

実験及び結果

実験操作及び分析法はすべて前報[1]と同様である。

(1) アセトン可溶性脂肪の調製

前報記載と同一個体の前部から後部にわたる表層及び深部より採取した血合筋を試料とし，この 4,000 g を普通筋と同様にアセトンにより抽出，アセトン抽出物からエーテル可溶物 130.0 g を得た。このものをアセトンにより分別して可溶部 94.0g を得た。この性状を Table 1 に示す。血合筋のアセトン抽出残渣は 1,200 g で，これはアセトン抽出物からのアセトン不溶性脂肪と共に燐脂質の検索に供したが，これについては別報にのべる。

(2) 脂肪酸

前記の脂肪物質 80.1 g を鹸化して不鹸化物除去混合脂肪酸(中和価 189.4，沃素価 172.3) 62.0 g を得た。これを前報同様に固体酸，低度と高度の不飽和酸に分別，それぞれメチルエステルとした。この結果を Table 2 に示す。これらのエステルを減圧で分溜して Table 3〜5 の結果を得た。これらの溜分を鹸化して得た遊離脂肪酸から前報同様の方法により各個の脂肪酸を検索した。この結果を Table 6〜8 に示す。

1957 年2月7日受理

Table 1. Properties of acetone-soluble lipid

Yield (from fresh tissue)	d_4^{25}	Acid no.	Sapon. no.	Iodine no.	n_D^{20}
2.70%	0.9482	25.0	180,4	159.3	1.4810

Unsaponifiable matter	N	P	Choline	2-aminoethanol	Serine
5.39%	0.28%	0.43%	0.96%	0.14%	0.08%

Table 2. Fractionation of the mixed fatty acids

Fatty acid	Yield (%)	Neutr. no.	Iodine no.	Methyl ester	
				Sapon. no.	Iodine no.
Solid	29.2	208.3	22.0	196.6	19.3
Lower-unsaturated	51.2	194.5	181.0	184.2	165.3
Higher-unsaturated	19.6	181.8	392.3	172.3	366.5

Table 3. Fractional distillation of the methyl esters of solid fatty acids

Fraction	B.p. °C/2.5 mmHg	Sapon. no.	Iodine no.	Yield (%)
S—1	—150	224.5	4.3	9.2
S—2	150—155	211.0	2.8	6.6
S—3	155—160	209.7	6.3	6.6
S—4	160—165	207.7	3.7	13.2
S—5	165—170	199.4	6.7	25.7
S—6	170—175	189.5	13.2	11.2
S—7	175—180	186.2	21.1	7.2
S—8	180—190	175.5	35.0	7.9
S—9	190—	169.9	53.0	7.9
S—10	Residue	168.5	93.2	4.6

Table 4. Fractional distillation of methyl esters of lower-unsaturated fatty acids

Fraction	B.p. °C/2.5 mmHg	Sapon. no.	Iodine no.	Yield (%)
LU—1	—162	208.5	86.8	4.3
LU—2	162—167	203.4	92.3	5.0
LU—3	167—172	202.4	98.8	4.6
LU—4	172—177	190.3	113.4	7.4
LU—5	177—182	188.8	134.9	17.4
LU—6	182—187	186.0	138.3	7.8
LU—7	187—192	178.3	167.0	7.8
LU—8	192—197	170.7	184.9	10.4
LU—9	197—200	165.6	188.7	8.9
LU—10	200—205	160.8	213.7	15.1
LU—11	205—	152.5	272.0	7.0
LU—12	Residue	145.0	182.1	4.3

Table 5. Fractional distillation of the methyl esters of higher-unsaturated fatty acids

Fraction	B.p. °C/1 mmHg	Sapon, no.	Iodine no.	Yield (%)
HU—1	—162	199.7	275.1	8.9
HU—2	178—183	194.2	315.7	7.1
HU—3	187—192	189.8	333.5	7.1
HU—4	193—198	180.3	348.4	6.3
HU—5	198—203	176.3	377.5	18.8
HU—6	203—207	172.2	383.1	12.5
HU—7	207—210	165.7	397.8	10.7
HU—8	210—	158.6	413.1	19.6
HU—9	Residue	141.5	206.5	8.9

Table 6. Saturated acids

Fraction	Recrystallized acid		Identified acid
	M.p. °C	Neutr, no.	
S—1	50.5—51.5	235.6	Myr. and Pal. (6 : 4)
S—4	61.5—62.0	219.2	Palmitic
S—5	55.0—56.0	207.0	Pal. and Ste. (5 : 5)
S—7	67.5—68.5	198.3	Stearic
S—8, 9	72.5—73.5	180.6	Arachidic

Table 7. Monoethylenic acids

Fraction	Free acid		Oxidized acid		Identified acid
	Neutr. no.	Indine no.	M.p. °C	Neutr. no.	
LU—1	220.0	91.2	119.2—120.0	195.6	Dioxypalmitic
LU—4	199.5	120.3	128.6—129.6	176.8	Dioxystearic
LU—8	179.1	195.0	121.5—122.5	161.9	Dioxyarachidic
LU—10	167.3	228.3	123.5—125.0	147.9	Dioxybehenic

Table 8. Polyethylenic acids

Fraction	Free acid		Br content of bromides (%)			Component acid
	Neutr. no.	Iodine no.	Ether-insol.	Hot benzene-sol.	Hot benzene-insol	
HU—1	211.5	283.0	65.1	——	——	{ Hexadecatrienoic Octadecatrienoic (4:6)
HU—3	202.3	341.5	67.7	65.0	70.9	{ Octadecatrienoic Octadecatetraenoic
HU—5	182.4	382.2	70.5	——	71.3	{ Eicosatetraenoic Eicosapentaenoic
HU—7	173.0	405.6	72.0	——	73.7	{ Docosapentaenoic Docosahexaenoic
HU—8	164.5	422.2	72.0	——	72.5	{ Docosapolyenoic Tetracosahexaenoic
HU—9*	153.5	280.0	65.1	——	69.8	Tetracosapolyenoic

* Petroleum-soluble acid, freed from unsaponifiables, was used.

(3) 不鹸化物

混合脂肪酸調製の際，得た不鹸化物は 4.3g で，ステリン含量（ジギトニン法）は 25.46% であつた。不鹸化物をメタノール，次いでアセトンから結晶，m.p. 146.5〜147.6°，Liebermann-Burchard 反応よりコレステリンなることを認めた。これは無水エタノール溶液が 240〜300 mμ に吸収を示さず，共軛ステリンは存在しない。

考　　察

Table 1 の結果からみると血合筋のアセトン可溶性脂肪は普通筋のそれと同様に少量の燐脂質を含むが大部分は非燐脂質であり，グリセライドと遊離脂肪酸が主成分と考えられる。

1) 混合脂肪酸を検索した結果 C_{14}〜C_{20} の飽和酸，C_{16}〜C_{22} のモノエチレン酸，$C_{16}H_{26}O_2$, $C_{18}H_{30}O_2$, $C_{18}H_{28}O_2$, $C_{20}H_{32}O_2$, $C_{20}H_{30}O_2$, $C_{22}H_{34}O_2$, $C_{22}H_{32}O_2$, $C_{24}H_{36}O_2$ の存在を知つたが，各溜分毎に組成を計算して得た混合脂肪酸組成は Table 9 の如くである。

以上の結果を前報[1] に記した普通筋のアセトン可溶性脂肪の脂肪酸組成と比較すると飽和酸とモノエチレン酸含量は普通筋の方が大で，高度不飽和含量は血合筋の方がかなり大である。このことは混合脂肪酸の沃素価の差異と一致する。飽和酸のなかで C_{14} の酸は血合筋2%に対して普通筋6%であり，C_{16} 以上の酸の合計は殆ど等しい。C_{16} 酸と C_{18} 酸の合計は両者の間に変化がないが，それらの比が異り．血合筋では普通筋に比して C_{16} 酸が少く，C_{18} 酸に富む。普通筋におけるこれらの含量は通常の魚類体脂肪によくみられる値であり，血合筋のそれらはむしろ魚類肝脂肪にしばしば現われる型であることは興味深い。

Table 9. Approximate composition of the mixed fatty acids

Saturated acids (%)		Monoethylenic acid (%)		Polyethylenic acids (%)	
Myristic	2	Hexadecenoic	5	Hexadecatrienoic	1
Palmitic	13	Octadecenoic	19	Octadecatrienoic Octadecatetraenoic	9
Stearic	8	Eicosenoic	5	Eicosatetraenoic Eicosapentaenoic	13
Arachidic	2	Docosenioc	3	Docosapentaenoic Docosahexaenoic	13
Total	25	Total	32	Tetracosahexaenoic	7
				Total	43

モノエチレン酸では C_{16} 以下の酸の含量が血合筋 5 %，普通筋 9 %なる差がみられる他は余り差異がない。

高度不飽和酸ではもつとも差異の大きいのが C_{22} 及び C_{24} 酸であり，何れも血合筋の方が高含量を示した。不飽和酸の総量としてみると，C_{18} 以下の不飽和酸の総量は血合筋 34 %，普通筋 35 %と大差ないが，C_{20} 以上の不飽和酸はそれぞれ 41 %，35 % を示している。

以上検討した如く，血合筋は普通筋に比し長鎖の酸をより多く含む傾向を有する。この顕著な例が C_{16} 及び C_{18} 酸であつて，C_{16} 酸と C_{18} 酸の総量の合計は血合筋が 55 %，普通筋が 56 % で殆んど差がみられないにも拘らず，血合筋ではその中の約 1/3 が C_{16} 酸であるに対し普通筋ではこれらが約 1/2 となつている。

2) 不鹼化物含量は血合筋の方が著しく高い値を示し，その量に比例してステリン含量も高い。また何れもプロビタミンDの如き共軛ステリンは含まないものと考えられる。

要　約

前報にひきつづいてクロマグロの血合筋から得たアセトン可溶性脂肪の成分を検索し，その結果を普通筋についての結果と比較検討した。

脂肪酸としては C_{14}〜C_{20} の飽和酸，C_{16}〜C_{22} のモノエチレン酸，$C_{16}H_{26}O_2$，$C_{18}H_{30}O_2$，$C_{18}H_{28}O_2$，$C_{20}H_{32}O_2$，$C_{20}H_{30}O_2$，$C_{22}H_{34}O_2$，$C_{22}H_{32}O_2$，$C_{24}H_{36}O_2$ が存在した。

血合筋のアセトン可溶性脂肪は普通筋のそれに比して不鹼化物含量並びにステリン含量が高く，脂肪酸では C_{16} 以下の飽和酸含量が少く，C_{18} 以上の不飽和酸，特に C_{22} 以上の高度不飽和酸含量に高い値を示した。

本研究は文部省科学研究綜合研究　魚類の血合肉と普通肉の生化学的研究の分担として行つた。

文　献

1) 五十嵐久尚・座間宏一・片田宗男：本誌，**22** 787 (1957).
2) S. Namiki : *J. Biochem.*, **18**, 163 (1933).
3) 長谷川漸成：科学，**7**, 94 (1937).
4) N. Suzuki : *Nagoya J. Med. Sci.*, **17**, 271 (1954)
5) 奥田　譲：農学会報，**200**, 279 (1936).
6) 富士川澪・永沼秀哉：本誌，**5**, 95 (1936).
7) 露木秀男：本誌，**22**, 490 (1956).

○第９回太平洋学術会議に提出する論文についてのお知らせ

記

本年 11 月 18 日から 12 月 9 日までバンコックにおきまして，第9回大平洋学術会議が開かれます。太平洋学術会議には，毎回わが国から大会中開かれる Symposium に関係ある代表的学術論文を提出しております。第9回大会にも太平洋に関係ある論文のうち，特に開催予定の別紙 Symposium に関係ある論文を提出いたしたいと存じますので，貴（学会，協会，調査所，庁，学会連合）の専門分野における論文を御選定のうえ，下記要領によつて当連絡委員会にご送附下さるようお願いいたします。

なお，前回大会の申し合わせ，および今回主催国の希望により論文を少数に厳選することになつており，また，ご提出いただきました論文は代読される場合もありますことを，あらかじめご了承おき願います。

1. 論文　英文に限る
2. 提出期限　5月末日厳守
3. 論文枚数　ダブルスペース　6枚以内
ただし，図表は別
4. 要旨　400 語以内のアブストラクトを必ずつけること
5. 論文，要旨とも一つにつき3通提出のこと
6. スライド　8cm×8cm の大きさとして必ず1組だけ論文に添えること
7. 選択　論文多数の場合は当研究連絡委員会に選択御一任のこと
8. 連絡先　日本水産学会
9. 水産に関係のあるシンポジュームのテーマ

Sect. Geology and Geophysic.

Geology of oil deposit in southeast Asia.

Recent paleontologic discoveries in the Pacific Area .

Sect. 3. Oceanography.

Marine Upwelling

1. The Physical and chemical aspects.
2. The biological aspects.

Oceanography and marine resources of the Gult of Thailand ang adjacent areas.

1. Radioactive wastes in the sea
2. General physical oceanography
3. General biological oceanography.

Oceanic productivity

Sect. Botany

Phycology in the Pacific Basin

Algal ecology, with special reference to Corol Reefs and Afolls

Sect. Fisheries

Newest development in pond culture with special reference to species important to the rusal economy

他に Sect. Oceanography との合同で upwelhing と oceanic productivity に関するのがある。

昭和三十二年四月二十日 印刷
昭和三十二年四月二十五日 発行

第二十二巻 第十二号

本号定価130円
（送料別）

編集兼発行者 松江吉行
東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学内

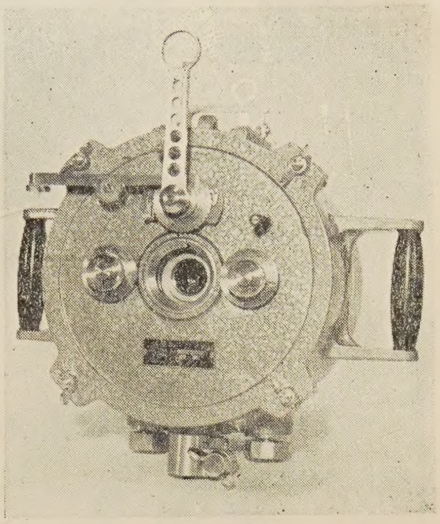
発行所 日本水産学会
東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学内
振替口座 東京 59529番

印刷者 篠原收二

印刷所 東海出版印刷株式会社

発売所 東海出版印刷株式会社
東京都中野区江古田 3の1223
電話中野(38)4101・9108

科研·水中カメラ



この水中カメラは直径22 cm, 高さ 16 cm の円筒形の耐蝕性軽金属の水密ケース内に 35 mm 判カメラおよびその附属部品が納めてあり, 外部より絞り, 距離の調整, フイルムの捲取りならびにシャッター押ボタンの操作が出来るようになつている。

なお必要に応じ光源としてフラッシュガンを備えシャッターと同調して発光させることができる。

またこの水中カメラは懸吊用附属装置を取付けて船上より遠隔制御により撮影することも出来る。重量は空気中で約 7 kg で, 水中では潜水者が容易に使用できる程度の重さ約 0.9 kg になる。

価格 ¥ 155,000.00

株式会社 科学研究所

東京都文京区駒込上富士前町31

電話大塚(94) 1131～1139
6211(製品課直通)

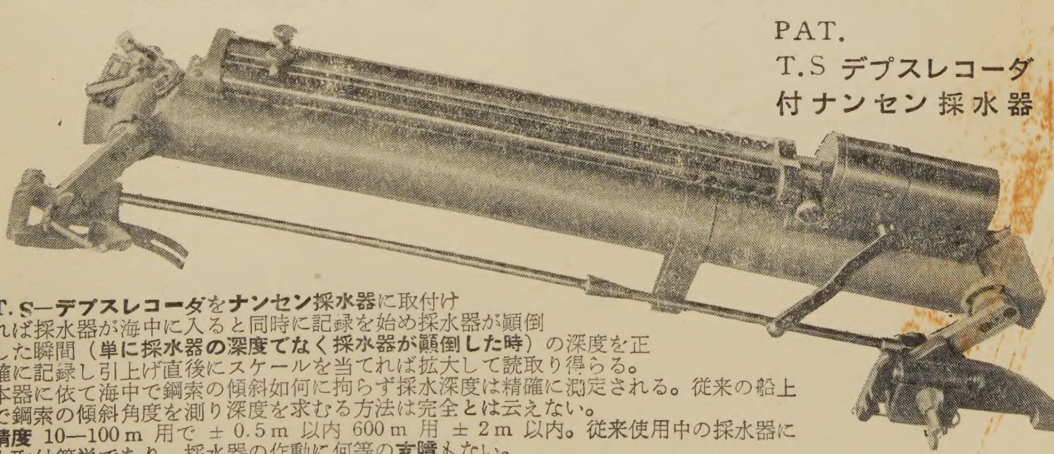
T.S.K 株式会社 鶴見精機

THE TSURUMI SEIKI KOSAKUSHO CO., LTD.

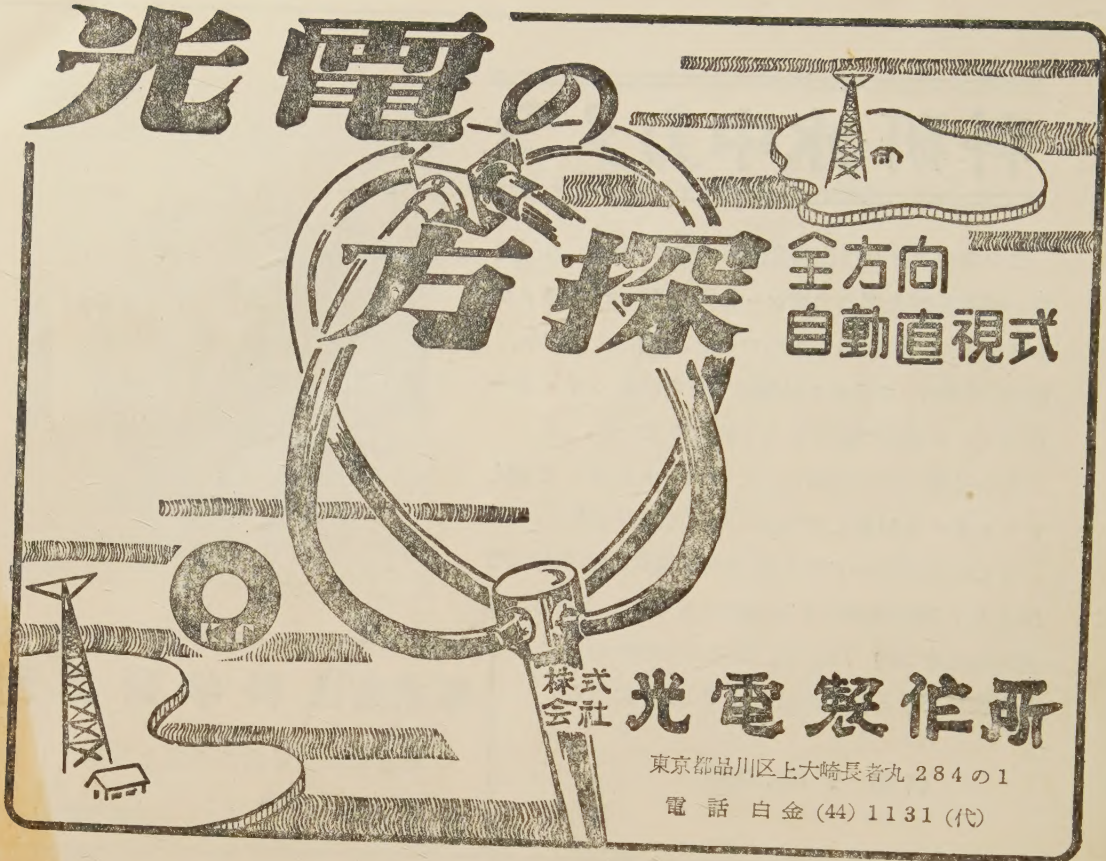
No. 1506, Tsurumi-chi, Tsurumi-ku,
YOKOHAMA, JAPAN

The Synthetic Maker of the Oceanographic Instruments and the Marine Instruments.

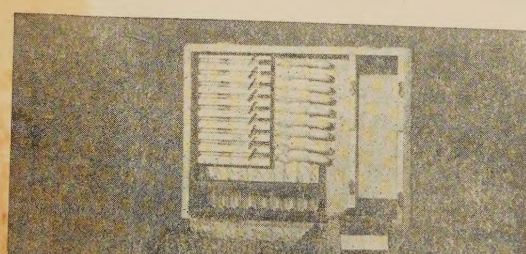
PAT.
T.S デプスレコーダ
付ナンセン採水器



T.S―デプスレコーダを**ナンセン採水器**に取付ければ採水器が海中に入ると同時に記録を始め採水器が顛倒した瞬間（**単に採水器の深度でなく採水器が顛倒した時**）の深度を正確に記録し引上げ直後にスケールを当てれば拡大して読取り得らる。本器に依て海中で鋼索の傾斜如何に拘らず採水深度は精確に測定される。従来の船上で鋼索の傾斜角度を測り深度を求むる方法は完全とは云えない。**精度** 10—100 m 用で ± 0.5 m 以内 600 m 用 ± 2 m 以内。従来使用中の採水器にも取付簡単であり。採水器の作動に何等の**支障**もない。



KKK の測定器

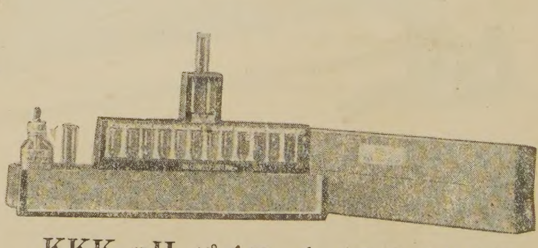


理学博士 飯島俊一郎先生御指導
KKK 水素イオン濃度（pH）比色測定器
pH 0.0～12.0 各種組合せ

★

東京都文京区湯島2丁目2番地
株式会社 東研
電話 小石川 (92) 4865

農業技術研究所 相沢技官構成 AZ 式簡易水分検定器
北海道水産試験場 黒田技官考案 黒田式塩分及苦汁測定器
TK 式恒温水槽用攪拌器
簡易水分測定器（ST 全共通摺合セ）
KKK 標準緩衝液 pH 1.0～12.0
KKK 標準規定液 26 種
KKK 海水水素イオン濃度(pH)比色測定器
KKK 水産養殖用水質検定器



KKK pH パイロット（スライド法）
1 号 pH 1.0～12.0； 2 号 pH 2.0 10.0